

Proyecto Fin de Máster

Sistemas de Energía Eléctrica

Estimación de la carga en servicio de motores asíncronos mediante técnicas de regresión y redes neuronales

Autor: Llemss Mark de la Rosa de Jesus

Tutor: Juan Manuel Roldan Fernandez

Manuel Burgos Payan

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018



Trabajo de Fin de Máster
Máster en Sistemas de Energía Eléctrica

Estimación de la carga en servicio de motores asíncronos mediante técnicas de regresión y redes neuronales

Autor:

Llemss Mark de la Rosa De Jesus

Tutor:

Juan Manuel Roldan Fernandez

Manuel Burgos Payan

Departamento de Ingeniería Eléctrica
Escuela Técnica Superior de Ingeniería
Universidad de Sevilla

Sevilla, 2018

Proyecto Fin de Carrera: Estimación de la carga en servicio de motores asíncronos mediante técnicas de regresión y redes neuronales

Autor: Llemss Mark de la Rosa de Jesus

Tutor: Juan Manuel Roldan Fernandez
Manuel Burgos Payan

El tribunal nombrado para juzgar el Proyecto arriba indicado, compuesto por los siguientes miembros:

Presidente:

Vocales:

Secretario:

Acuerdan otorgarle la calificación de:

Sevilla, 2018

El Secretario del Tribunal

Agradecimientos

A mi pareja Manuela Ramos Moran por darme el tiempo, espacio y la motivación para terminar esta etapa de mi vida. A mi tutor Juan M. Roldan por la ayuda que me brindo a lo largo de la tesis. A mi amigo Pedro Betancourt quien sin su apoyo esto no hubiese sido posible. A la facultad por permitirme cursar el Máster en sistemas de energía eléctrica.

La determinación de la carga mecánica de un motor en servicio es necesaria para, por ejemplo, poder evaluar los costes de funcionamiento anuales o hasta el final de la vida prevista para el motor. Esta evaluación permitiría detectar situaciones en las que el coste actualizado de mantener el motor en servicio hasta el fallo esperado (dentro de 7 años, por ejemplo) resulte mayor que el valor actualizado neto de sustituirlo por otro motor más eficiente o de potencia mejor ajustada al ciclo real de la carga mecánica accionada.

Desafortunadamente, la determinación directa de la carga mecánica de un motor en servicio suele ser demasiado costosa en términos de equipo necesario y, sobre todo, de tiempo. En consecuencia, surge la conveniencia o necesidad de tener que realizar la estimación de la carga mecánica a partir de métodos indirectos, que resulten poco costosos y mínimamente invasivos. Con este propósito, tradicionalmente en la industria se han utilizado medidas de deslizamiento (velocidad), y de intensidad y potencia eléctrica absorbidas de la red, a fin de estimar con ellas la potencia mecánica del motor.

En este estudio se utilizarán los métodos de estimación a base de regresiones lineales con el objetivo de crear el mejor modelo que nos permita calcular la potencia mecánica útil del motor a partir de las tres medidas anteriormente mencionadas. En segunda instancia se utilizarán las redes neuronales para tratar de mejorar los resultados menos satisfactorios y comparar cual debería ser el enfoque mas adecuado.

Agradecimientos	vii
Resumen	ix
Índice	x
Índice de Tablas	xii
Índice de Figuras	xvi
Notación	xxiv
1 Introducción	1
1.1 Planteamiento del problema	4
1.2 Objetivos del trabajo	6
1.3 Estructura del trabajo	6
2 Motores electricos	7
2.1 Motores de induccion	9
2.1.1 Motores de alimentación Monofásica	9
2.1.2 Motores de alimentación Trifásica	9
2.1.3 Motores de rotor bobinado o anillos rozantes	10
2.1.4 Motores de rotor jaula de ardilla	10
3 Regresiones	11
3.1 Modelo de regresión lineal simple	12
3.1.1 Hipótesis sobre los errores	13
3.1.2 Estimación de los parámetros del modelo	13
3.1.3 Coeficiente de correlación lineal y Coeficiente de determinación	14
3.2 Regresión lineal múltiple	16
3.2.1 Mínimos cuadrados ordinarios	17
3.2.2 Selección de las variables explicativas	20
3.2.3 Problemas en el ajuste de un modelo de regresión lineal múltiple	20
3.3 Aplicación a la estimacion de la potencia mecanica	21
4 Redes neuronales	22
4.1 Antecedentes	22
4.2 Modelo matemático	24
4.3 Topología de las redes neuronales.	25
4.3.1 Redes monocapa.	25
4.3.2 Redes multicapa.	25
4.4 Entrenamiento de redes neuronales	26
4.5 Modelos de Redes neuronales	27
4.6 Paquetes/Herramientas informáticos (Software) de simulación de RNA	28
5 Metodos de estimacion de la potencia mecanica	30
5.1 Método de Estimación de la Potencia Mecánica de un Motor Basado en el Deslizamiento	30
5.2 Método de Estimación de la Potencia Mecánica de un Motor Basado en la Potencia Eléctrica Absorbida	32
5.3 Método de Estimación de la Potencia Mecánica de un Motor Basado en la Intensidad	33

6	Ensayos y Resultados	36
6.1	<i>Regresiones en Excel</i>	37
6.1.1	Método 1: Gráfica de dispersión	37
6.1.2	Método 2: herramienta de análisis de datos de Excel	40
6.2	<i>Regresiones con redes neuronales en Matlab</i>	44
6.3	<i>Resultados</i>	49
6.3.1	Grupo general de motores	49
6.3.2	Motores clasificados por clase de eficiencia	56
6.3.3	Motores clasificados por clase de eficiencia y velocidad	67
6.3.4	Motores clasificados por clase de eficiencia, velocidad y rango de potencial nominal	100
6.3.5	Validación en Matlab de los peores casos de Excel	179
7	Conclusiones y trabajos futuros	181
	Referencias	183
	Anexos	184

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1–1. Perdidas por clase de eficiencia	2
Tabla 1–2. Aplicación de motores por tamaño	3
Tabla 1–3. Formulas de estimación de potencia mecanica	6
Tabla 4–1. Algoritmos de redes neuronales	27
Tabla 4–2. Relacion de herramientas	28
Tabla 5–1. Tolerancias del deslizamiento según IEC y NEMA	31
Tabla 6–1. Conjunto de muestras del estudio	36
Tabla 6–2. Muestreo de motores de 2 polos (3000 rev/min.) y clase de eficiencia IE2	37
Tabla 6–3. Tabla resumen regresión lineal simple	42
Tabla 6–4. Tabla resumen regresión lineal multiple	43
Tabla 6–5. Tabla datos de entrada modelalo de red en Matlab	44
Tabla 6–6. Coeficiente de determinación del conjunto general de motores	49
Tabla 6–7. Resumen PpuPabs, s	51
Tabla 6–8. Resumen PpuPabs, I	52
Tabla 6–9. Resumen PpuI, s	53
Tabla 6–10. Resumen PpuPabs, I, s	54
Tabla 6–11. Coeficiente de determinación motores por clase de eficiencia	56
Tabla 6–12. Resumen IE2 PpuPabs, s	59
Tabla 6–13. Resumen IE3 PpuPabs, s	60
Tabla 6–14. Resumen IE2 PpuPabs, I	61
Tabla 6–15. Resumen IE3 PpuPabs, I	62
Tabla 6–16. Resumen IE2 PpuI, s	63
Tabla 6–17. Resumen IE3 PpuI, s	64
Tabla 6–18. Resumen IE2 PpuPabs, I, s	65
Tabla 6–19. Resumen IE3 PpuPabs, I, s	66
Tabla 6–20. Coeficiente de determinación motores por clase de eficiencia y velocidad	67
Tabla 6–21. Resumen IE2, 3000 rev/min PpuPabs, s	75
Tabla 6–22. Resumen IE3, 3000 rev/min PpuPabs, s	76
Tabla 6–23. Resumen IE2, 1500 rev/min PpuPabs, s	77
Tabla 6–24. Resumen IE3, 1500 rev/min PpuPabs, s	78
Tabla 6–25. Resumen IE2, 1000 rev/min PpuPabs, s	79
Tabla 6–26. Resumen IE3, 1000 rev/min PpuPabs, s	80
Tabla 6–27. Resumen IE2, 3000 rev/min PpuPabs, I	81
Tabla 6–28. Resumen IE3, 3000 rev/min PpuPabs, I	82
Tabla 6–29. Resumen IE2, 1500 rev/min PpuPabs, I	83
Tabla 6–30. Resumen IE3, 1500 rev/min PpuPabs, I	84

Tabla 6–31. Resumen IE2, 1000 rev/min PpuPabs, I	85
Tabla 6–32. Resumen IE3, 1000 rev/min PpuPabs, I	86
Tabla 6–33. Resumen IE2, 3000 rev/min PpuI, s	87
Tabla 6–34. Resumen IE3, 3000 rev/min PpuI, s	88
Tabla 6–35. Resumen IE2, 1500 rev/min PpuI, s	89
Tabla 6–36. Resumen IE3, 1500 rev/min PpuI, s	90
Tabla 6–37. Resumen IE2, 1000 rev/min PpuI, s	91
Tabla 6–38. Resumen IE3, 1000 rev/min PpuI, s	92
Tabla 6–39. Resumen IE2, 3000 rev/min PpuPabs, I, s	93
Tabla 6–40. Resumen IE3, 3000 rev/min PpuPabs, I, s	94
Tabla 6–41. Resumen IE2, 1500 rev/min PpuPabs, I, s	95
Tabla 6–42. Resumen IE3, 1500 rev/min PpuPabs, I, s	96
Tabla 6–43. Resumen IE2, 1000 rev/min PpuPabs, I, s	98
Tabla 6–44. Resumen IE3, 1000 rev/min PpuPabs, I, s	99
Tabla 6–45. Coeficiente de determinación motores por clase de eficiencia, velocidad y potencia nominal.	100
Tabla 6–46. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	119
Tabla 6–47. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	120
Tabla 6–48. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	121
Tabla 6–49. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	122
Tabla 6–50. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	123
Tabla 6–51. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	124
Tabla 6–52. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	125
Tabla 6–53. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	126
Tabla 6–54. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s	127
Tabla 6–55. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s	128
Tabla 6–56. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s	129
Tabla 6–57. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s	130
Tabla 6–58. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s	131
Tabla 6–59. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s	132
Tabla 6–60. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s	133
Tabla 6–61. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	134
Tabla 6–62. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	135
Tabla 6–63. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	136
Tabla 6–64. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	137
Tabla 6–65. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	138
Tabla 6–66. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	139
Tabla 6–67. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	140
Tabla 6–68. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	141

Tabla 6–69. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I	142
Tabla 6–70. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I	143
Tabla 6–71. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I	144
Tabla 6–72. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I	145
Tabla 6–73. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I	146
Tabla 6–74. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I	147
Tabla 6–75. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I	148
Tabla 6–76. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	149
Tabla 6–77. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	150
Tabla 6–78. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	151
Tabla 6–79. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	152
Tabla 6–80. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	153
Tabla 6–81. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	154
Tabla 6–82. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	155
Tabla 6–83. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	156
Tabla 6–84. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI, s	157
Tabla 6–85. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI, s	158
Tabla 6–86. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI, s	159
Tabla 6–87. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI, s	160
Tabla 6–88. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI, s	161
Tabla 6–89. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI, s	162
Tabla 6–90. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI, s	163
Tabla 6–91. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s	164
Tabla 6–92. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	165
Tabla 6–93. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	166
Tabla 6–94. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	167
Tabla 6–95. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	168
Tabla 6–96. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	169
Tabla 6–97. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	170
Tabla 6–98. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	171
Tabla 6–99. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. Pabs, I, s	172
Tabla 6–100. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. Pabs, I, s	173
Tabla 6–101. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. Pabs, I, s	174
Tabla 6–102. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. Pabs, I, s	175
Tabla 6–103. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. Pabs, I, s	176
Tabla 6–104. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. Pabs, I, s	177
Tabla 6–105. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. Pabs, I, s	178
Tabla 6–106. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 1	179
Tabla 6–107. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 2	179

Tabla 6–108. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 3	180
Tabla 6–109. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 4	180
Tabla 7–1. Comparacion porcentaje de error promedio entre técnicas de estimacion	181
Tabla 7–2. Comparacion coeficiente de determinación por numero de variables	182

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1-1 Partes de un motor de induccion	1
Figura 1-2 Perdidas en motores de induccion	2
Figura 1-3 Mercado por regiones de motores de induccion de baja tensión	4
Figura 1-4 Disposición de un transductor de par y velocidad entre el eje de un motor eléctrico y el de la carga accionada.	5
Figura 2-1. Partes de un motor de induccion.	7
Figura 2-2. Placa de características.	8
Figura 2-3. Rotor bobinado.	10
Figura 2-4. Rotor jaula de ardilla.	10
Figura 3-1. Casos de dependencia entre variable dependiente y explicativa.	11
Figura 3-2.Relacion de dependencia lineal $Y = Y(X)$	12
Figura 3-3.representacion grafica de regresión lineal multiple o hiperplano.	16
Figura 4-1.Linea de tiempo desarrollo de las redes neuronales.	22
Figura 4-2.Estructura de una red Perceptron.	23
Figura 4-3 Perceptron Mark I	23
Figura 4-4 Modelo matemático neurona artificial	24
Figura 4-5 Red Monocapa	25
Figura 4-6 Red Multicapa Feedforward	25
Figura 4-7 Red Multicapa Feedbackwards	26
Figura 4-8 Menu de selección de algoritmo para Matlab	29
Figura 5-1. Variación con la potencia mecánica relativa, $P_{pu} = P/P_N$, de la potencia e intensidad absorbidas, el factor de potencia, el rendimiento, el deslizamiento y las pérdidas, correspondientes a un motor asíncrono o de inducción, tetrapolar, con rotor en jaula, de 7.5 kW, 400 V (D), 50 Hz, con clase de eficiencia IE 2.	35
Figura 6-1 Menu graficos de dispersión para Excel	38
Figura 6-2 Grafica de dispersión	38
Figura 6-3 Opcion agregar linea de tendencia	38
Figura 6-4 Menu linea de tendencia	39
Figura 6-5 Grafica de dispersión con línea y ecuación de tendencia	39
Figura 6-6 Menu archivo - opciones	40
Figura 6-7 Menu opciones de Excel	40
Figura 6-8 Menu complementos	41
Figura 6-9 Menu análisis de datos	41
Figura 6-10 Menu regresion	41
Figura 6-11 Tabla resumen regresion	42
Figura 6-12 Curva de regresión ajustada	42
Figura 6-13 Menu aplicaciones de Matlab	44
Figura 6-14 Menu red neuronal de ajuste	45

Figura 6-15 Menu seleccionar datos red neuronal de ajuste	45
Figura 6-16 Menu validación y data de prueba	45
Figura 6-17 Menu arquitectura de red	46
Figura 6-18 Menu entrenamiento de red	46
Figura 6-19 Resultados algoritmo de entrenamiento	46
Figura 6-20 Detalles del entrenamiento	47
Figura 6-21 Curvas de regresión ajustadas (entrenamiento, prueba y set total)	47
Figura 6-22 Menu reevaluar la red	47
Figura 6-23 Menu generar código Matlab de la red	48
Figura 6-24 Codigo de red neuronal generado por Matlab	48
Figura 6-25 Curva de regresión ajustada Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	50
Figura 6-26 Curva de regresión ajustada PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	50
Figura 6-27 Curva de regresión ajustada PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	50
Figura 6-28 Curva de regresión ajustada PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	51
Figura 6-29 Curva de regresión ajustada PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	52
Figura 6-30 Curva de regresión ajustada PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	53
Figura 6-31 Curva de regresión ajustada PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	54
Figura 6-32 Curva de regresión ajustada IE2, PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	56
Figura 6-33 Curva de regresión ajustada IE3, PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	56
Figura 6-34 Curva de regresión ajustada IE2, PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	57
Figura 6-35 Curva de regresión ajustada IE3, PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	57
Figura 6-36 Curva de regresión ajustada IE2, Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	57
Figura 6-37 Curva de regresión ajustada IE3, Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	58
Figura 6-38 Curva de regresión ajustada IE2 PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	59
Figura 6-39 Curva de regresión ajustada IE3 PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	60
Figura 6-40 Curva de regresión ajustada IE2 PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	61
Figura 6-41 Curva de regresión ajustada IE3 PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	62
Figura 6-42 Curva de regresión ajustada IE2 PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	63
Figura 6-43 Curva de regresión ajustada IE3 PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	64
Figura 6-44 Curva de regresión ajustada IE2 PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	65
Figura 6-45 Curva de regresión ajustada IE3 PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	66
Figura 6-46 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	67
Figura 6-47 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	67
Figura 6-48 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	68
Figura 6-49 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	68
Figura 6-50 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	68
Figura 6-51 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	69
Figura 6-52 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	69
Figura 6-53 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = .Pabs$	69

Figura 6-54 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	70
Figura 6-55 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	70
Figura 6-56 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	70
Figura 6-57 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	71
Figura 6-58 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = Pabs$	71
Figura 6-59 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min PpuPabs. $Y = (Ppu)$; $X = Pabs$	71
Figura 6-60 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	72
Figura 6-61 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min PpuI. $Y = (Ppu)$; $X = I$.	72
Figura 6-62 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	72
Figura 6-63 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	73
Figura 6-64 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	75
Figura 6-65 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	76
Figura 6-66 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	77
Figura 6-67 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	78
Figura 6-68 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	79
Figura 6-69 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min PpuPabs, s. $X1 = (Pabs)$; $X2 = (s)$	80
Figura 6-70 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	81
Figura 6-71 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	82
Figura 6-72 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	83
Figura 6-73 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	84
Figura 6-74 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	85
Figura 6-75 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min PpuPabs, I. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$	86
Figura 6-76 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	87
Figura 6-77 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	88
Figura 6-78 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	89
Figura 6-79 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	90
Figura 6-80 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	91
Figura 6-81 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min PpuI, s. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$	92
Figura 6-82 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	93
Figura 6-83 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	94
Figura 6-84 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	95
Figura 6-85 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	96
Figura 6-86 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	98
Figura 6-87 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min PpuPabs, I, s. $X1 = (I)$; $X2 = (Pabs)$; $X3 = (s)$	99
Figura 6-88 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[Ppu \leq 10kW]$. Ppus. $Y = (Ppu)$; $X = s$.	101

- Figura 6-89 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 101
- Figura 6-90 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$ 101
- Figura 6-91 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 102
- Figura 6-92 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 102
- Figura 6-93 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 102
- Figura 6-94 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 103
- Figura 6-95 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$ 103
- Figura 6-96 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$ 103
- Figura 6-97 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 104
- Figura 6-98 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 104
- Figura 6-99 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 104
- Figura 6-100 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 105
- Figura 6-101 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$. 105
- Figura 6-102 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $P_{pu} \geq 100\text{kW}$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$. 105
- Figura 6-103 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 106
- Figura 6-104 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 106
- Figura 6-105 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$ 106
- Figura 6-106 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 107
- Figura 6-107 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 107
- Figura 6-108 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 107
- Figura 6-109 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 108
- Figura 6-110 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$ 108
- Figura 6-111 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 100\text{kW}]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = .P_{abs}$ 108
- Figura 6-112 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 109
- Figura 6-113 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$.

Figura 6-114 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 109

Figura 6-115 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 110

Figura 6-116 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 110

Figura 6-117 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $P_{pu} \geq 100kW$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 110

Figura 6-118 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 111

Figura 6-119 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 111

Figura 6-120 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 111

Figura 6-121 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 112

Figura 6-122 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 112

Figura 6-123 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 112

Figura 6-124 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 113

Figura 6-125 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 113

Figura 6-126 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 113

Figura 6-127 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 114

Figura 6-128 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. Ppus. $Y = (P_{pu})$; $X = s$. 114

Figura 6-129 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 114

Figura 6-130 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuI. $Y = (P_{pu})$; $X = I$. 115

Figura 6-131 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 115

Figura 6-132 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. PpuPabs. $Y = (P_{pu})$; $X = P_{abs}$. 115

Figura 6-133 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ PpuPabs, s. $X_1 = (P_{abs})$; $X_2 = (s)$. 119

Figura 6-134 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ PpuPabs, s. $X_1 = (P_{abs})$; $X_2 = (s)$. 120

Figura 6-135 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ PpuPabs, s. $X_1 = (P_{abs})$; $X_2 = (s)$. 121

Figura 6-136 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. PpuPabs, s. $X_1 = (P_{abs})$; $X_2 = (s)$. 122

Figura 6-137 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	123
Figura 6-138 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	124
Figura 6-139 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	125
Figura 6-140 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	126
Figura 6-141 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	127
Figura 6-142 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	128
Figura 6-143 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	129
Figura 6-144 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	130
Figura 6-145 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	131
Figura 6-146 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	132
Figura 6-147 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, s. X1 = (Pabs); X2 = (s)	133
Figura 6-148 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	134
Figura 6-149 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	135
Figura 6-150 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[\text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	136
Figura 6-151 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	137
Figura 6-152 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	138
Figura 6-153 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	139
Figura 6-154 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	140
Figura 6-155 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	141
Figura 6-156 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq \text{Ppu} \leq 10\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	142
Figura 6-157 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	143
Figura 6-158 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	144
Figura 6-159 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[\text{Ppu} \geq 100\text{kW}]$. PpuPabs, I. X1 = (I); X2 = (Pabs)	145

Figura 6-160 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuPabs,I X1 = (I); X2 = (Pabs)	146
Figura 6-161 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuPabs,I X1 = (I); X2 = (Pabs)	147
Figura 6-162 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuPabs,I X1 = (I); X2 = (Pabs)	148
Figura 6-163 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, [Ppu ≤ 10kW] PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	149
Figura 6-164 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [Ppu ≤ 10kW] PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	150
Figura 6-165 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, [Ppu ≤ 10kW] PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	151
Figura 6-166 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW].PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	152
Figura 6-167 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW].PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	153
Figura 6-168 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW].PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	154
Figura 6-169 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW].PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	155
Figura 6-170 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW].PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	156
Figura 6-171 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min,[10kW ≤ Ppu ≤ 10kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	157
Figura 6-172 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	158
Figura 6-173 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	159
Figura 6-174 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	160
Figura 6-175 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	161
Figura 6-176 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	162
Figura 6-177 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, [Ppu ≥ 100kW]. PpuI,s X1 = (s); X2 = (I)	163
Figura 6-178 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, [Ppu ≤ 10kW] Ppu Pabs,I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s)	164
Figura 6-179 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [Ppu ≤ 10kW] Ppu Pabs,I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s)	165
Figura 6-180 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, [Ppu ≤ 10kW] Ppu Pabs,I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s)	166
Figura 6-181 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW] .Ppu Pabs,I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s)	167
Figura 6-182 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, [10kW ≤ Ppu ≤ 10kW]. Ppu Pabs,I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s)	168

- Figura 6-183 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 169
- Figura 6-184 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 170
- Figura 6-185 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 171
- Figura 6-186 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10\text{kW} \leq P_{pu} \leq 10\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 172
- Figura 6-187 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 173
- Figura 6-188 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 174
- Figura 6-189 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 175
- Figura 6-190 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 176
- Figura 6-191 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 177
- Figura 6-192 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100\text{kW}]$. Ppu Pabs, I, s X1 = (I); X2 = (Pabs); X3 = (s) 178

Notación

RNA	Red Neuronal Artificial
RNN.	Redes Neuronales
RL.	Regresion Lineal

1 INTRODUCCION

Un motor eléctrico es una máquina capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica. Los motores de inducción son un tipo de motor eléctrico de alimentación AC el cual produce un movimiento mecánico en un rotor a través de la influencia de un campo electromagnético creado en el estator.

Las partes de un motor de inducción se muestran en la Fig. 1-1 dentro de las que se pueden destacar como principales:

- El rotor: es la parte del núcleo de rotación del motor fijado al eje
- El estator: es la parte fija del motor que rodea el rotor usualmente aquí se coloca el devanado principal
- La carcasa de hierro fundido o de aluminio que cubre partes del núcleo del motor y proporciona las conexiones eléctricas

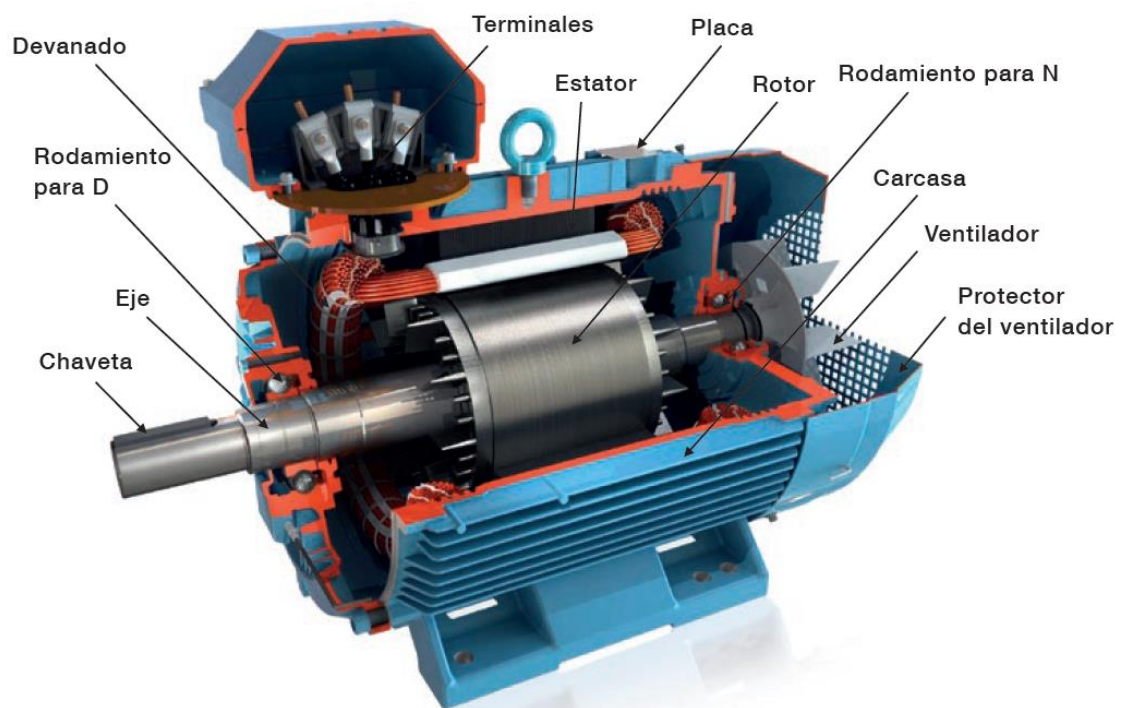


Figura 1-1 Partes de un motor de induccion

La conversión de la energía eléctrica a mecánica en un motor no es total es decir parte de la energía eléctrica se convierte a calor. Las pérdidas típicas de un motor de inducción se dividen entre las partes que lo conforman como se muestra en la Fig. 1-2. Cabe mencionar que dichas pérdidas pueden ser menores o mayores dependiendo del tipo de eficiencia del motor como se ve en la tabla 1-1.

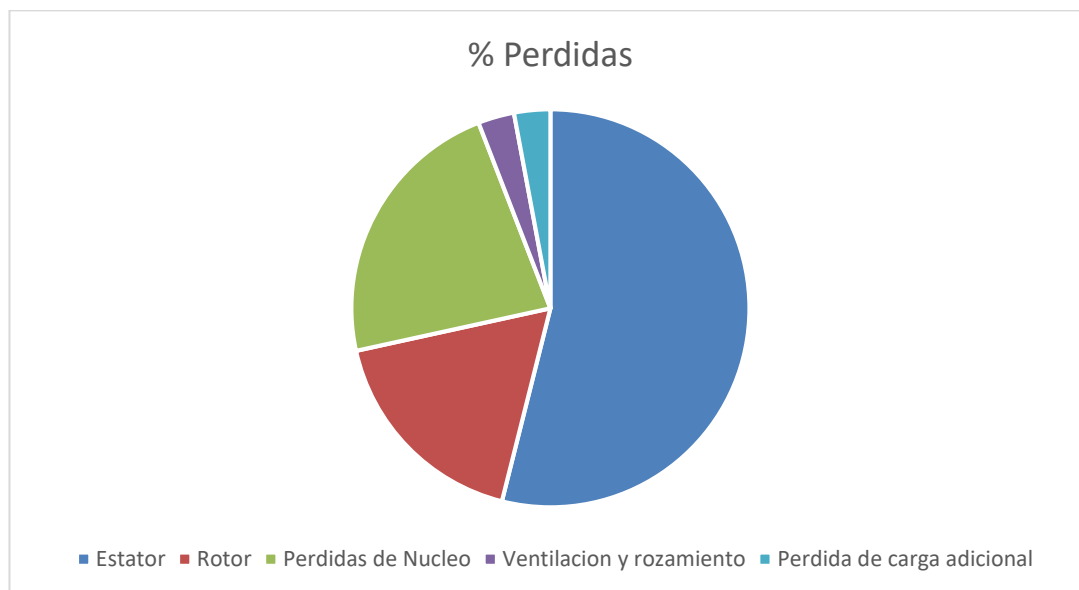


Figura 1-2 Perdidas en motores de induccion

Tabla 1–1. Perdidas por clase de eficiencia¹

Clase de eficiencia	Perdidas (vatios)	Eficiencia energética (%)
IE1	4,073	91.7
IE2	3,335	93.1
IE3	2,771	94.2
IE4	2,170	95.4

Los motores eléctricos se encuentran en distintos ámbitos de la vida cotidiana. Por su potencia nominal pueden cumplir distintas funciones dentro de los mismos ámbitos como se muestra en la tabla 1-2

¹ Motor de 45 kW, 50 Hz y 4 polos

Tabla 1–2. Aplicación de motores por tamaño

Potencia Nominal	Residencial	Agricultura	Transporte	Comercial	Industrial	Servicios de Agua y Gas
< 0.12 kW	Discos duros, secadores de pelo		Bomba de combustible, ventanas automáticas	Máquinas de fotocopias		
0.12 kW- 0.75 kW	Lavadoras, refrigeradores	Sistemas de irrigación para pequeñas parcelas	Motor de arranque, Alternador	Maquinas trituradoras de documentos	Taladros, ventiladores pequeños	
0.75 kW – 375 kW	Sistemas de HVAC	Sistemas de irrigación para grandes parcelas	Tracción de vehículos eléctricos	Máquinas frigoríficas, bombas de agua para grandes edificios	Ventiladores, bombas, compresores, cintas de transporte, máquinas de proceso	
> 375 kW			Tracción de trenes eléctricos		Ventiladores, bombas, compresores, cintas de transporte, máquinas de proceso	Compresores de gas, bombas de drenaje.

Con un valor de 2.9 billones de dólares equivalentes a 2.4 billones de euros Europa es uno de los mayores mercados para los motores de inducción de bajo voltaje como se aprecia en la Fig. 1-3 por lo que es sumamente necesario la investigación enfocada a dichos motores

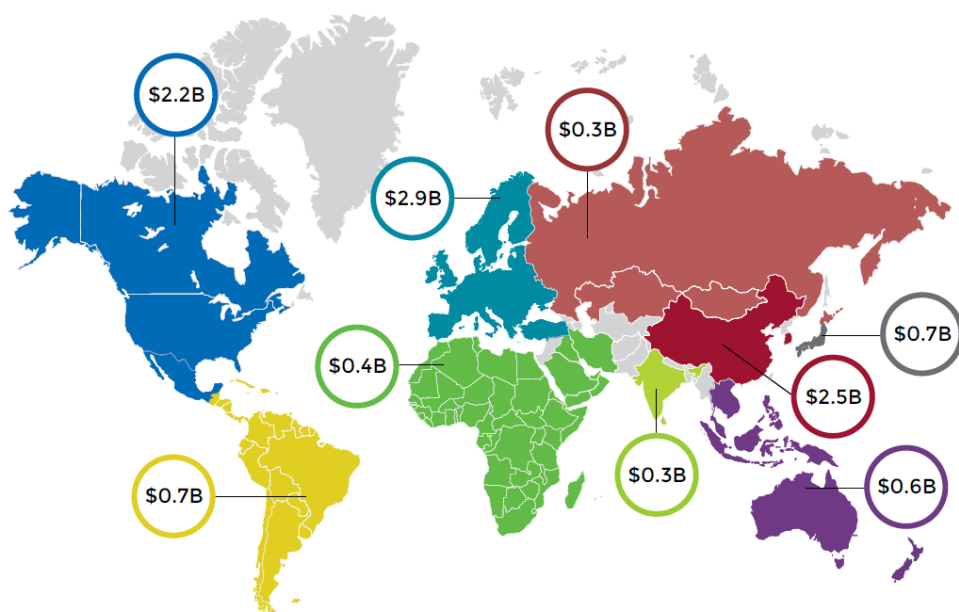


Figura 1-3 Mercado por regiones de motores de inducción de baja tensión²

1.1 Planteamiento del problema

La determinación de la carga mecánica de un motor en servicio es necesaria para, por ejemplo, poder evaluar los costes de funcionamiento anuales o hasta el final de la vida prevista para el motor. Esta evaluación permitiría detectar situaciones en las que el coste actualizado de mantener el motor en servicio hasta el fallo esperado (dentro de 7 años, por ejemplo) resulte mayor que el valor actualizado neto de sustituirlo por otro motor más eficiente o de potencia mejor ajustada al ciclo real de la carga mecánica accionada.

Desafortunadamente, la determinación directa de la carga mecánica de un motor en servicio suele ser demasiado costosa en términos de equipo necesario y, sobre todo, de tiempo. La determinación directa de la carga requiere la realización de medidas simultáneas de par y la velocidad en el acoplamiento, por lo que es preciso:

- Adquirir un equipo de medida de par y velocidad. Si bien los tacómetros para la medida de velocidad pueden considerarse equipos de coste bajo, el medidor de par es un equipo costoso (por encima del millar de Euros).
- Instalarlo. Este suele ser el factor realmente limitativo ya que, como se muestra en la Fig. 1-4 (sacada de internet) el transductor de par y velocidad debe disponerse en el eje del motor. Para ello es necesario:
 - Primero, separar el acoplamiento entre el eje del motor y la carga accionada
 - Segundo, disponerlo entre el eje del motor y el de la carga accionada, lo que requiere que haya espacio disponible (no siempre lo hay)

² IHS World Market for LV motors 2016

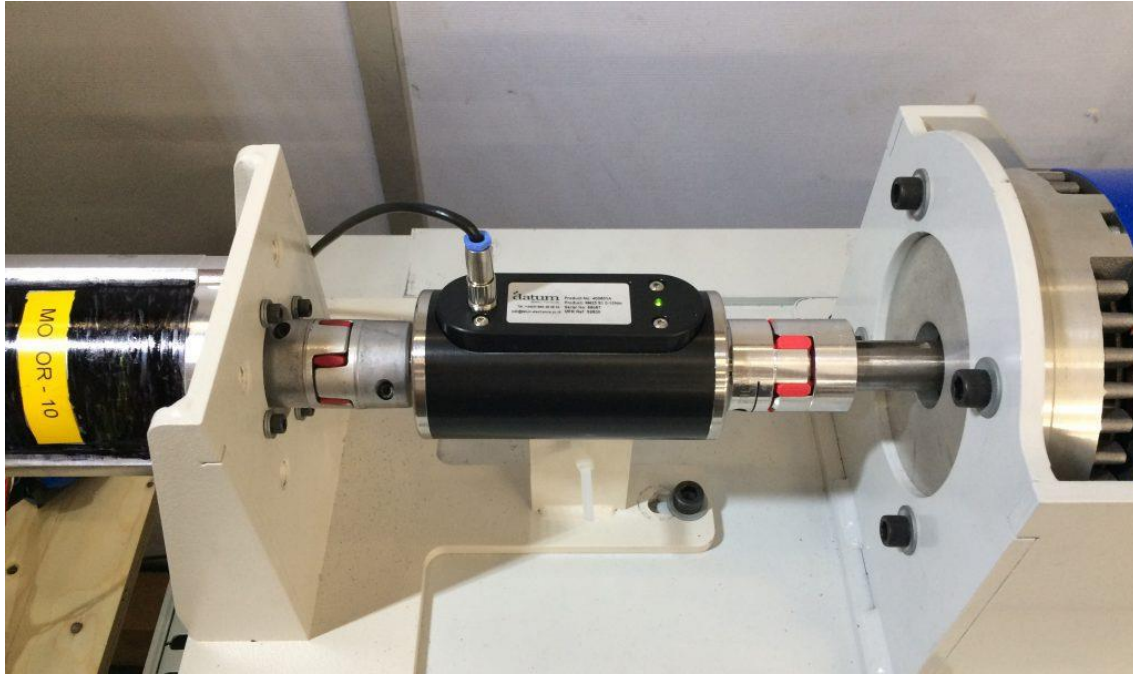


Figura 1-4 Disposición de un transductor de par y velocidad entre el eje de un motor eléctrico y el de la carga accionada.

Para poder realizar estas tareas surgen dos dificultades, que generalmente son limitativas y que suelen impedir la medida directa:

- Es preciso interrumpir el servicio de la máquina. La determinación de la carga mecánica del parque de motores de una planta conviene centrarla, al menos en primera aproximación, en los motores de mayor potencia que, lógicamente son los que consumen más cantidad de energía y suelen los motores críticos de las cadenas de producción. Esto hace que el coste de no poder tenerlos en servicio suela ser de decenas, cuando no centenares, de euros por hora.
- Es preciso que haya espacio físico disponible para acomodar el transductor en medio del acoplamiento entre el motor y su carga accionada. En el caso poco frecuente de que lo haya, es preciso acondicionar el espacio para poder instalar el transductor de par y velocidad, lo que supone costes adicionales de instalación y puesta a punto. En este sentido, es preciso notar que la correcta alineación mecánica de los ejes del motor, el transductor y la carga mecánica, requieren el uso de equipos sofisticados y personal bastante cualificado, consumen un tiempo importante y son también costosos.

Toda esta cadena de dificultades suele hacer que la estimación directa de la carga mecánica se considere una opción tan invasiva que ni siquiera suele evaluarse como una opción practicable.

En consecuencia, surge la conveniencia o necesidad de tener que realizar la estimación de la carga mecánica a partir de métodos indirectos, que resulten poco costosos y mínimamente invasivos. Con este propósito, tradicionalmente en la industria se han utilizado medidas de deslizamiento (velocidad), y de intensidad y potencia eléctrica absorbidas de la red, a fin de estimar con ellas la potencia mecánica del motor. En la tabla 1-3 se muestra las ecuaciones utilizadas en dichos métodos.

Tabla 1–3. Formulas de estimación de potencia mecanica

Medida	Estimación
Deslizamiento (Velocidad)	$P_{pu}(s) = \frac{P(s)}{P_N} \approx \frac{s}{s_N} \left(\frac{U}{U_N} \right)^2 = \frac{s}{s_N} \cdot U_{pu}^2$
Potencia Eléctrica Absorbida	$P_{pu}(P_1) = \frac{P(P_1)}{P_N} = \frac{P_1 - P_p(P_1)}{P_N - P_{pN}} = \frac{P_1 \cdot \eta(P_1)}{P_{1N} \cdot \eta_N} \approx \frac{P_1}{P_{1N}} \left(k_{\eta 0} + k_{\eta 1} \cdot \frac{P_1}{P_{1N}} \right) = \frac{P_1}{P_N} \cdot \eta_N \cdot \left(k_{\eta 0} + k_{\eta 1} \cdot \frac{P_1}{P_{1N}} \right)$
Intensidad o corriente de línea	$P_{pu}(U_{pu}, I_1) = \frac{P(U_{pu}, I_1)}{P_N} \approx \frac{I_1(U_{pu})}{I_{1N}} \cdot U_{pu}$

1.2 Objetivos del trabajo

Los objetivos principales del trabajo son:

1. Crear una herramienta capaz de estimar la potencia útil de funcionamiento de un motor a partir de la determinación de ciertas magnitudes (velocidad, intensidad, potencia, etc.)
2. Comparar el nivel de fiabilidad de los resultados de estimación de la carga mecánica del motor mediante regresiones lineales en Excel y redes neuronales en Matlab
3. Identificar las magnitudes de funcionamiento del motor que, de forma menos invasiva, más sencilla, y mejor, permitan estimar la potencia útil con la que realmente está funcionando.

Los objetivos secundarios son:

1. Identificar donde se acumulan los mayores errores en las medidas de parámetros de motor.
2. Sugerir el método y las magnitudes a utilizar en caso de que sea necesario estimar la potencia útil de un motor

1.3 Estructura del trabajo

El trabajo se dividirá en siete capítulos siendo el primero la introducción. El segundo capítulo explicará lo que son los motores y en más detalles los motores de inducción. El tercer y cuarto capítulo desarrollan los métodos de regresiones lineales y redes neuronales que permitirán crear el modelo mejor ajustado a los objetivos del trabajo. En el quinto capítulo se desarrollan los métodos de estimación de la potencia mecánica. El sexto capítulo mostrará los resultados de las investigaciones, cálculos y discusiones pertinentes. El séptimo y último capítulo se dedicará a las conclusiones y líneas de continuación del trabajo.

2 MOTORES ELECTRICOS

Un motor eléctrico es una máquina capaz de convertir la energía eléctrica en mecánica [1]. Por el tipo de alimentación pueden ser de corriente continua o directa (DC por sus siglas en inglés) o corriente alterna (AC por sus siglas en inglés). El tipo de alimentación depende del uso que se le vaya a dar el motor. Los motores DC son ideales para situaciones en las que se requiere un control preciso de la velocidad mientras los motores AC son ideales para aplicaciones en que el rendimiento y precio de construcción sean factores decisivos. Los motores AC por su parte pueden ser del tipo síncrono en los que la rotación del eje va en sincronía con la frecuencia y asíncrono cuando ocurre lo contrario. Debido a que la gran mayoría de fabricantes trabaja con motores AC asíncronos al ser los preferidos en operaciones industriales nuestro estudio lo enfocaremos en los mismos.

La Fig 2-1 muestra detalladamente las partes principales que componen un motor eléctrico

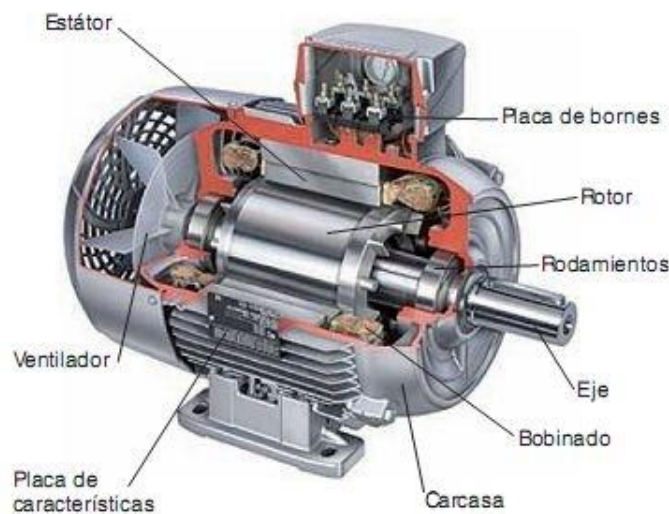


Figura 2-1. Partes de un motor de inducción.

A continuación, se presenta una breve descripción de cada uno de los componentes antes mostrados[2]:

- Carcasa: la carcasa es la capa metálica envolvente de todo el conjunto del motor se encarga de proteger al estator y al rotor.
- Estator: es la parte fija del motor opera como base, permitiendo la rotación del motor. Está compuesto por un grupo de láminas de acero en las cuales se colocan los devanados permitiendo así el flujo del campo magnético a través de ellas. el conjunto de las laminas metálica del estator y los devanados conforman los polos magnéticos los cuales van en números pares a partir de 2.
- Rotor: parte del motor que puede girar. Su eje se conecta a la máquina accionada mediante un acoplamiento mecánico, lo que permite utilizar la potencia/energía mecánica producida por el motor a partir de la potencia/energía eléctrica absorbida de la red.
- Rodamientos: sostienen el eje del rotor a la carcasa
- Ventilador: mueve el aire sobre la superficie externa de la carcasa del motor (convección forzada) para reducir el calentamiento

- Placa de terminales: protege a los conductores que alimentan al motor
- Placa de características: cada motor debe contar con una placa de características, acorde con el idioma solicitado al fabricante, fácilmente visible y firmemente sujeta al motor con remaches del mismo material que las placas. Deben ser de acero inoxidable, la pintura del motor no debe cubrirlas, la información debe ser grabada en el metal de las placas de tal manera que pueda ser leída, aunque desaparezcan la coloración e impresiones de la superficie.

En la Fig. 2-2 se muestra los datos mínimos que debe llevar la placa conforme a IEC 60034-1.

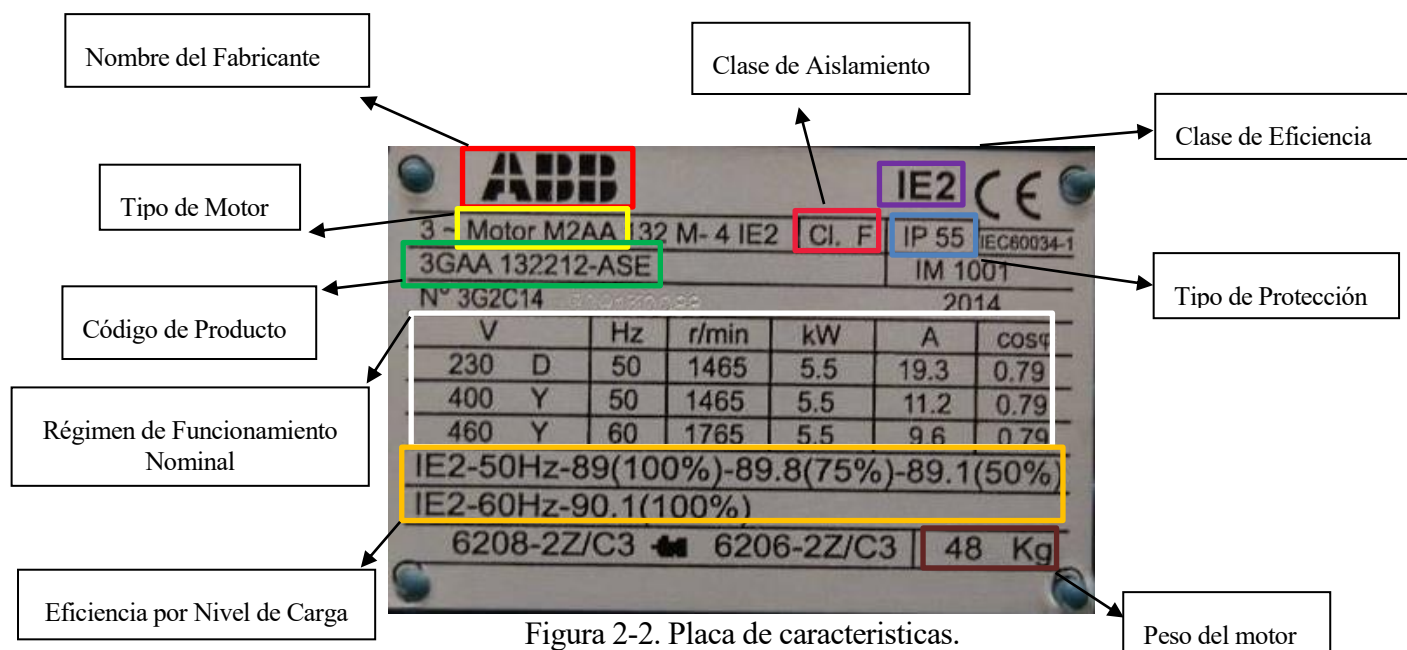


Figura 2-2. Placa de características.

- Régimen de funcionamiento nominal: en este se especifica en orden de izquierda a derecha voltaje de conexión, tipo de conexión (triangulo o estrella), frecuencia [Hz], velocidad en [r/min], potencia [kW], corriente absorbida [A] y factor de potencia [cos φ].
- Clase de aislamiento: Las clases de aislamiento vienen dadas por letras y definen la máxima temperatura a la que puede operar el aislamiento para dar un promedio de 20,000 horas de vida. A(105°C), B(130°C), F(155°C), H(180°C)
- Tipo de protección: hace referencia a la norma internacional CEI 60529 es un código de dos cifras donde la primera cifra es la protección al polvo y la segunda cifra la protección al agua[3]
- Clase de eficiencia: viene dada por la norma IEC-60034-30 y define 4 niveles de eficiencia IE1 (eficiencia estándar), IE2 (eficiencia alta), IE3 (Eficiencia premium) e IE4 (eficiencia super premium). A mayor eficiencia menores perdidas.
- Tipo de motor y código de producto: específico de cada fabricante su significado se explica en el catálogo de cada fabricante

2.1 Motores de inducción

Un motor de inducción es un tipo de motor de AC asíncrono en el que se utiliza la inducción electromagnética para suministrar la potencia al rotor. El motor de inducción con rotor envuelto fue inventado por Nikola Tesla en 1882 en Francia, pero la patente inicial fue emitida en 1888 después de su llegada a los Estados Unidos. Unos meses antes que Tesla el profesor italiano Galileo Ferraris publicó un modelo de motor, pero este no tenía valor comercial ya que su circuito magnético abierto y rotor en forma de disco de cobre, solo le permitían desarrollar potencias muy bajas. La patente de Tesla fue comprada por G. Westinghouse, y los primeros motores bifásicos entraron al mercado alrededor de 1890. [4][5]

Los motores de inducción se pueden categorizar de varias maneras siendo las principales motivadas por el tipo de alimentación y por forma de construcción del rotor.

2.1.1 Motores de alimentación Monofásica

Están alimentados por una fuente monofásica de potencia. Si aplicamos corrientes monofásicas sobre una bobina se produce un campo magnético sobre el eje de la misma el cual solo varía de valor y sentido. Lo que implica que no se produce ninguna fuerza magnetomotriz giratoria neta ni tampoco desarrolla par mecánico que le permita a la máquina iniciar su giro. Esto se debe a que para que se produzca un campo alterno giratorio tienen que cumplirse como requisito mínimo un desfase de 90° entre dos bobinas. [6]

Este efecto de desfase entre las corrientes del devanado principal y el devanado secundario se consigue intercalando un capacitor, una resistencia activa o una inductancia entre el devanado principal y el devanado secundario. El uso de inductancia es muy bajo, por su reducido par de arranque.

Los motores de inducción monofásicos son relativamente pequeños no sobrepasando el rango de potencia de 3 kW por lo que su área de aplicación es mayormente servicios domésticos o comerciales como son: refrigeración, ventilación, calefacción, bombas de agua, compresoras de aire, etc.

2.1.2 Motores de alimentación Trifásica

Están alimentados por una fuente trifásica en la que las corrientes I_a , I_b e I_c , poseen igual magnitud, pero difieren en fase por 120° . Cada corriente de fase produce un flujo magnético y a su vez crean un cambio físico de 120° entre cada flujo. El flujo total en la máquina es la suma de los tres flujos. El flujo total se llama flujo magnético de rotación o campo magnético rotativo (RMF por sus siglas en inglés). Su velocidad y amplitud son constantes. La dirección de la rotación del rotor es la misma que la dirección del flujo magnético de rotación. [4]

En el caso de los motores asíncronos es requisito que la velocidad del rotor y la velocidad del campo magnético giratorio en el estator sean diferentes, o de lo contrario no se producirá un campo magnético giratorio y en su defecto no se inducirán corrientes. En el caso de que suceda lo último el rotor generalmente se desacelera levemente hasta que se vuelve a inducir las corrientes y el rotor vuelve a su operación normal. Esta diferencia entre la velocidad de el rotor y la velocidad del campo magnético giratorio en el estator se llaman deslizamiento. Al existir dicha diferencia entre la velocidad del campo magnético del estator que viene dada por la frecuencia de la corriente alterna y la velocidad del rotor, un motor de inducción es a veces denominado máquina asíncrona.

Estos se caracterizan por ser más grandes y alcanzar potencias mayores de hasta 4.500 kW por lo que su área de aplicación es en entornos industriales.

2.1.3 Motores de rotor bobinado o anillos rozantes

Está formado por un devanado trifásico de cobre dispuesto en las ranuras del rotor. Un extremo del devanado del rotor está conectado en estrella, mientras el otro extremo se lleva a tres anillos colectores en el eje como se ve en en la Fig 2-3. Este tipo de motores permite contralar la velocidad y corriente de arranque mediante el uso resistencias activas llamadas resistencias rotoricas en el extremo de los anillos rozantes.

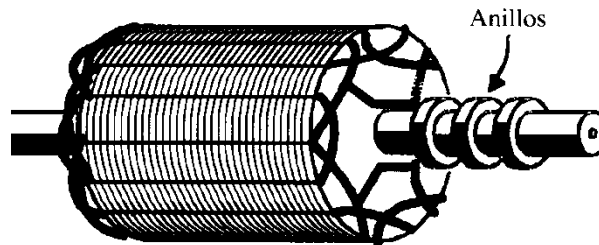


Figura 2-3. Rotor bobinado.

2.1.4 Motores de rotor jaula de ardilla

El devanado del rotor está formado por barras individuales de aluminio o cobre colocadas en ranuras y cortocircuitadas por anillos terminales en ambos lados del rotor como se ve en la Fig. 2-4. Uno o 2 ventiladores se unen al eje en los lados del rotor para enfriar el circuito. El motor con rotor tipo jaula de ardilla es el más utilizado por las siguientes razones:

- Es robusto: no tiene escobillas ni contactos en el eje del rotor.
- Fácil de fabricar y por tanto menos costoso
- Mantenimiento requerido mínimo en comparación con el motor de bobinado
- Alta eficiencia: debido a su baja resistencia y bajas pérdidas en cobre

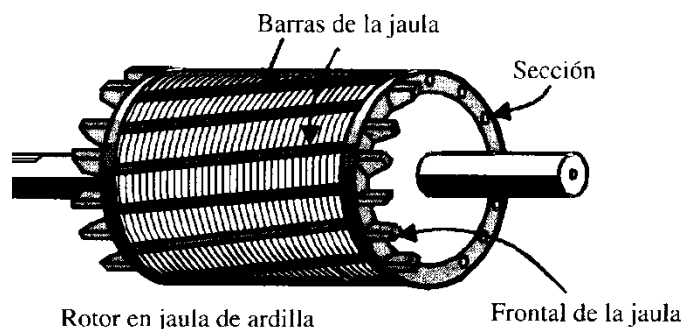


Figura 2-4. Rotor jaula de ardilla.

3 REGRESIONES

En un afán de crear un modelo matemático que permita estimar la potencia útil de los motores ante valores de corriente, potencia absorbida y/o deslizamiento distinto a los estudios de las hojas de pruebas se utilizan los métodos de regresiones.

Los métodos de regresión estudian la construcción de aquellos modelos que pretenden explicar o representar la dependencia entre una variable respuesta o dependiente (Y) y una o más variables explicativas (X). Para poder construir el modelo de regresión se debe cumplir un requisito mínimo de dependencia entre las variables explicativas y la variable dependiente para apreciar dicha dependencia de manera gráfica se utiliza una nube de puntos o diagrama de dispersión [7][8].

Existen distintos tipos de casos de dependencia los cuales se muestran en la Fig 3-1:

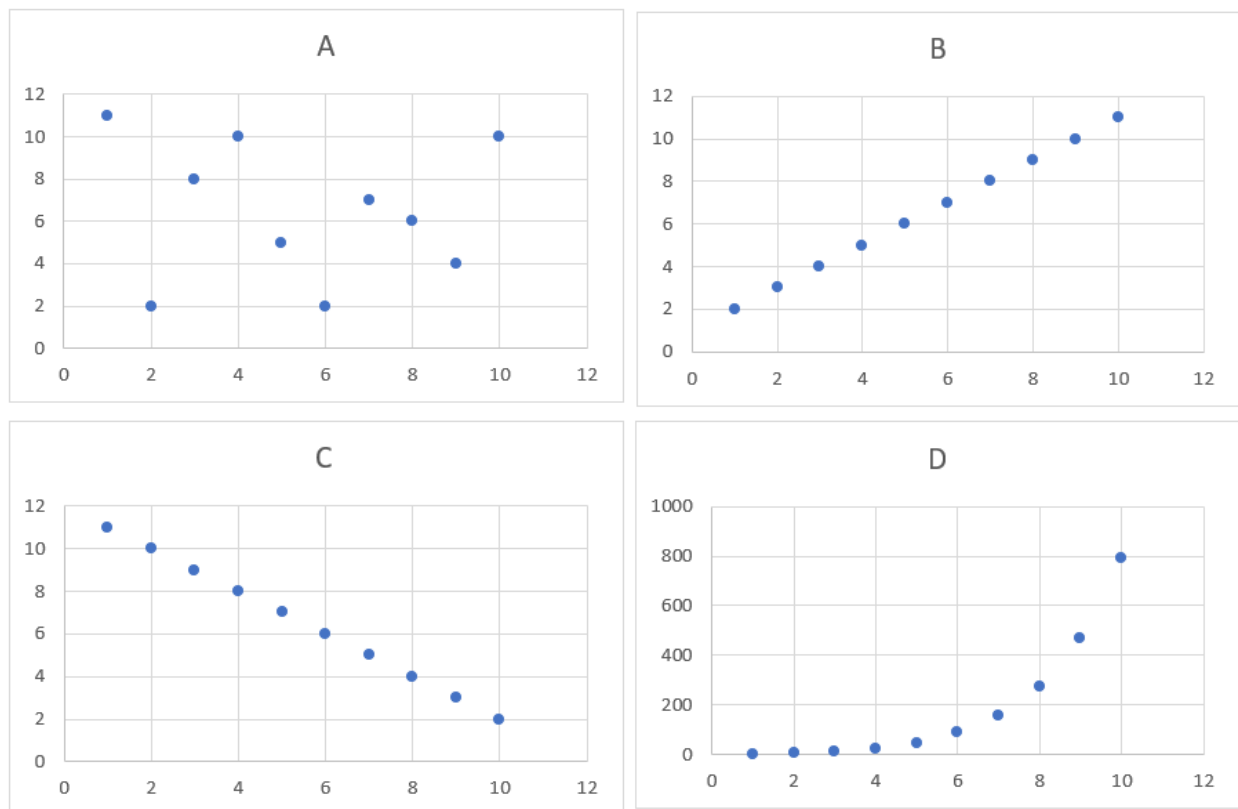


Figura 3-1. Casos de dependencia entre variable dependiente y explicativa.

- a) hay ausencia de relación (independencia).
- b) existe asociación lineal positiva (varían en general en el mismo sentido).
- c) existe asociación lineal negativa (varían en sentido contrario).
- d) existe fuerte asociación, pero no lineal.

3.1 Modelo de regresión lineal simple

Si se asume que la potencia mecánica útil de un motor, P , se puede explicar utilizando como variable explicativa la potencia absorbida, P_I , la corriente absorbida, I_I , o el deslizamiento (o velocidad), s (u Ω), se pueden construir tres modelos de regresión lineal simple, utilizando cada vez solo una de las variables explicativas anteriormente mencionadas, que tendrían la forma:

$$P(P_I) = \beta_0 + \beta_1 \cdot P_I + \epsilon$$

$$P(I_I) = \beta_0 + \beta_1 \cdot I_I + \epsilon$$

$$P(s) = \beta_0 + \beta_1 \cdot s + \epsilon$$

La estructura del modelo de regresión lineal simple es la siguiente donde β_0 y β_1 son coeficientes:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \epsilon \quad (3.1)$$

En la formula (3.1) se observa que las partes que influyen en la variable dependiente, Y (la potencia mecánica útil de un motor, P) se dividen en dos grupos: el primero contiene la variable explicativa, X , de nuestra elección (la potencia eléctrica absorbida, P_I , la intensidad absorbida, I_I , o el deslizamiento (o velocidad), s (u Ω),) y el segundo incluye un error aleatorio, ϵ , que provoca que la dependencia entre las variables dependiente y explicativas no sea perfecta, sino que está sujeta a incertidumbre. Idealmente se asume que en un modelo de regresión los errores aleatorios sean en media cero para cualquier valor x de X , es decir, $E(\epsilon|X = x) = E(\epsilon) = 0$, y por lo tanto[8][7]:

$$E(Y|X = x) = \beta_0 + \beta_1 x + E(\epsilon|X = x) = \beta_0 + \beta_1 x$$

De manera gráfica, la relación de dependencia lineal $Y = Y(X)$ puede representarse como se muestra en la Fig. 3-2

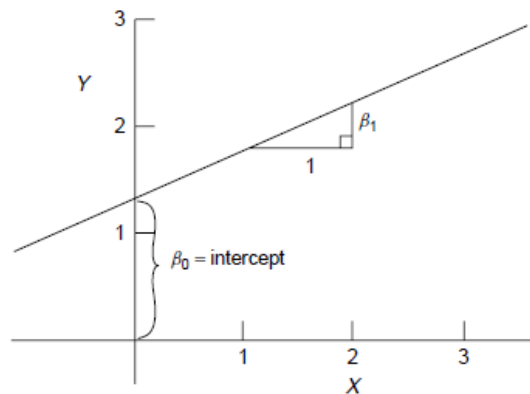


Figura 3-2.Relacion de dependencia lineal $Y = Y(X)$

En la Fig 3-2 se observa que:

El coeficiente o la constante β_0 es la ordenada al origen del modelo (intercepción con el eje Y) y β_1 , la pendiente de la recta, que puede interpretarse como el incremento de la variable dependiente por cada incremento en una unidad de la variable explicativa. Estos parámetros son desconocidos y tienen que estimarse para poder realizar predicciones

3.1.1 Hipótesis sobre los errores

Además de que se supone $E(\epsilon|X = x) = E(\epsilon) = 0$, es decir que la media de los errores es cero, se asumen las siguientes premisas:

- La varianza de ϵ es constante para cualquier valor de x , es decir, $\text{Var}(\epsilon|X = x) = \sigma^2$
- La distribución de ϵ es normal, de media 0 y desviación σ .
- Los errores son independientes unos de otros.

En consecuencia, la distribución de Y para x fijo es normal, con varianza constante σ^2 , y media que varía linealmente con x , dada por $\beta_0 + \beta_1 x$. Además, los valores de Y son independientes entre sí.

Si todo lo anterior se cumple entonces el teorema de Gauss-Markov[9] establece que el método de estimación de mínimos cuadrados va a producir estimadores óptimos, con parámetros centrados y de mínima varianza.

3.1.2 Estimación de los parámetros del modelo

Si se toma un conjunto de valores de X e Y medidos sobre n individuos:

$$(x_1, y_1), (x_2, y_2) \dots (x_n, y_n)$$

y se desea estimar valores en Y según el modelo $\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X$, donde β_0 y β_1 son por el momento desconocidos. El problema está en definir la recta que mejor se ajuste a los datos observados, es decir, buscar valores de β_0 y β_1 que hagan mínimos los errores de estimación. Para un valor x_i , el modelo estima un valor en Y igual a $\hat{y}_i = \beta_0 + \beta_1 x_i$ y el valor observado en Y es igual a y_i , con lo cual el error de estimación en ese caso sería $e_i = y_i - \hat{y}_i = y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)$. Entonces se asume como estimaciones de β_0 y β_1 , con notación $\hat{\beta}_0$ y $\hat{\beta}_1$, aquellos valores que hagan mínima la suma de los errores al cuadrado, expresada en la siguiente formula:

$$^3SSE(\beta_0, \beta_1) = \sum_{i=1}^n e_i^2 = \sum_{i=1}^n y_i - (\beta_0 + \beta_1 x_i)^2$$

De ahí que el método de estimación se conoce método de mínimos cuadrados ordinarios (MCO). La solución se obtiene por el mecanismo habitual, derivando SSE con respecto a β_0 y β_1 e igualando a 0. Se obtiene:

$$\hat{\beta}_1 = \frac{SXY}{SXX}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\beta}_1 \bar{x}$$

donde:

$$^4SXX = \sum (x_i - \bar{x})x_i$$

$$^5SXY = \sum (x_i - \bar{x})y_i$$

³ Suma de los errores al cuadrado

⁴ Suma de los cuadrados de x

⁵ Suma del producto cruzado

A la recta resultante $\hat{Y} = \hat{\beta}_0 + \hat{\beta}_1 X$, se le llama recta de regresión lineal de Y sobre X.

Por último, se debe estimar la varianza de los errores (σ^2). A su estimador se le denomina varianza residual y se escribe como:

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n-2} = \frac{SYY - \hat{\beta}_1 SXY}{n-2}$$

Donde:

$$^6SYY = \sum (y_i - \bar{y})y_i$$

$$SXY = \sum (x_i - \bar{x})y_i$$

3.1.3 Coeficiente de correlación lineal y Coeficiente de determinación

Debido a que la precisión de las predicciones dependerá totalmente de que tan bueno sea el ajuste de la recta de regresión y los datos observados. Es necesario definir una variable que permita analizar dicho ajuste.

Es posible evaluar la recta de regresión mediante la varianza residual, ya que la misma es un índice de precisión del modelo, no obstante, en los casos que se necesita comparar rectas con variables distintas no es posible implementar este método ya que la varianza residual depende de las unidades de medida de los datos observados.

3.1.3.1 Coeficiente de correlación lineal

Una solución al problema anteriormente planteado es utilizar una medida adimensional denominada coeficiente de correlación lineal, que viene dado por:

$$r = \frac{E[(X - E(X))(Y - E(Y))]}{\sqrt{VAR(X)VAR(Y)}} = \frac{\sqrt{VAR(X)}}{\sqrt{VAR(Y)}} \beta_1$$

y su estimación a partir de datos de una muestra resulta:

$$\hat{r} = \frac{SXY}{\sqrt{SXXSY}} = \frac{\sqrt{SXX}}{\sqrt{SY}} \hat{\beta}_1$$

Donde

$$\hat{\beta}_1 = \frac{SXY}{SXX}$$

$$SXX = \sum (x_i - \bar{x})x_i$$

$$SY = \sum (y_i - \bar{y})y_i$$

⁶ Suma de los cuadrados de y

El coeficiente de correlación lineal, r , puede ser igual a ± 1 y se puede interpretar de la manera siguiente:

- Un valor cercano o igual a 0 indica respectivamente poca o ninguna relación lineal entre las variables
- Cuanto más se acerque en valor absoluto a 1 mayor será el grado de asociación lineal entre las variables
- Un coeficiente igual a 1 en valor absoluto indica una dependencia lineal exacta entre las variables
- Un coeficiente positivo indica asociación lineal positiva, es decir, tienden a variar en el mismo sentido
- Un coeficiente negativo indica asociación lineal negativa, es decir, tienden a variar en sentido opuesto.

3.1.3.2 El coeficiente de determinación

El coeficiente de correlación lineal puede interpretarse como una medida de la precisión del ajuste del modelo lineal. En casos donde se precisa medir que tan preciso es el ajuste sin importar si es lineal o no se utiliza el coeficiente de determinación lineal R^2 , que es la proporción de variabilidad de la variable Y que queda explicada por el modelo, y cuya expresión es:

$$R^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2} = 1 - \frac{SSE}{SYY}$$

El coeficiente de determinación toma valores entre 0 y 1, y cuanto más se aproxime a 1 mejor será el ajuste y por lo tanto mayor la precisión de las predicciones que con él se realicen. Un valor bajo de R^2 no necesariamente implica que las regresiones sean inútiles o inadecuadas, sino que deja de explicar un porcentaje importante de las variaciones de Y; explicado de otra forma:

- $R^2 = 0$, explica el 0% de la variación de Y
- $R^2 = 1$, explica el 100% de la variación de Y

Para los objetivos de este proyecto el valor de R^2 se utiliza para comparar distintos modelos que tratan de explicar la misma variable dependiente.

3.2 Regresión lineal múltiple

En el modelo de regresiones lineales simples se detalla cómo utilizar una variable explicativa (X) para construir el modelo de regresión que ayude a describir el comportamiento de la variable dependiente (Y). La limitación de dicho modelo viene dada básicamente por el número de variables de entrada. Al utilizar una sola variable se debe agotar un proceso exhaustivo de elección de dicha variable a fin de que permita el mejor ajuste del modelo. Pero, en muchas ocasiones se dispone de más de una variable explicativa, como es el caso de las hojas de prueba de los motores. Al tener a mano distintos parámetros que se relacionan de una forma u otra con la potencia útil del motor la corriente absorbida, la potencia eléctrica absorbida e incluso el deslizamiento (velocidad). Se puede utilizar cualquier combinación de las tres variables para crear un modelo de regresión lineal múltiple. A mayor información más precisas serán las estimaciones.

Tomándose como base el modelo de regresión lineal simple se considera que los valores de la variable dependiente (Y) han sido generados por una combinación lineal de los valores de una o más variables explicativas y un término aleatorio de error:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x_2 + \cdots \beta_p x_p + \epsilon \quad (3.2)$$

La ecuación 3.2 recibe el nombre de hiperplano, pues cuando se utilizan más de una variable explicativa, en vez de una recta de regresión se obtiene un plano, para el caso de dos variables como se ve en la Fig 3-3:

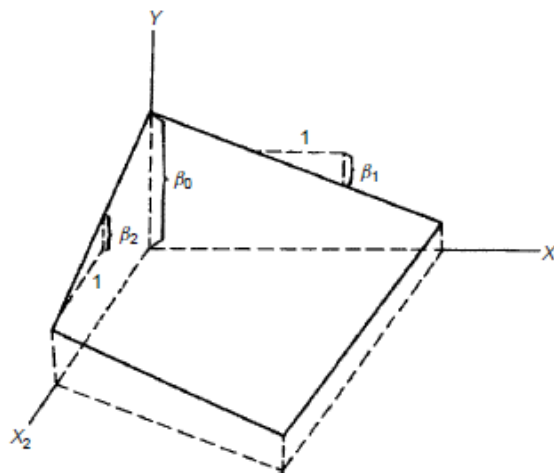


Figura 3-3. representación grafica de regresión lineal múltiple o hiperplano.

Donde al igual que en el modelo de regresiones líneas simple se obtiene un término de intercepcion β_0 y unas pendientes $\beta_1, \beta_2 \dots \dots \beta_k$ dependiendo del número de variables explicativas utilizadas.

3.2.1 Mínimos cuadrados ordinarios

Para el modelo de regresiones múltiples, al igual que las regresiones simples, se utiliza el método de los mínimos cuadrados ordinarios (para los cálculos de estimación de los coeficientes como se explica a continuación. A partir de la recopilación de un número indefinido de posibles variables explicativas se crea un conjunto de $p + 1$ términos, incluyendo un término de intercepción, $X = (x_0, x_1 \dots \dots x_p)$. La función media y la varianza de un modelo de regresión múltiple se describen por las fórmulas:

$$E(Y|X) = \beta_0 + \beta_1 x + \beta_2 x_2 + \dots \beta_p x_p$$

$$\text{Var}(Y|X) = \sigma^2$$

Donde $(\beta_0, \beta_1, \beta_2 \dots \beta_p)$ y σ^2 son parámetros desconocidos a estimar.

3.2.1.1 Datos y notación de matriz

Suponiendo que se obtiene datos para n número de casos, es decir que se conocen los valores de Y al igual que los términos que la componen para cada caso n . Se puede expresar la respuesta (Y) así como los términos correspondientes de la siguiente manera en notación de matriz[10]

$$\mathbf{Y} = \begin{pmatrix} y_1 \\ y_2 \\ \vdots \\ y_n \end{pmatrix}$$

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} 1 & x_{11} & x_{1p} \\ 1 & x_{21} & x_{2p} \\ \vdots & \vdots & \vdots \\ 1 & x_{n1} & x_{np} \end{pmatrix}$$

Donde (\mathbf{Y}) es un vector $n \times 1$ y (\mathbf{X}) es una matriz $n \times (p + 1)$. Se define de igual manera $\boldsymbol{\beta}$ como un vector $(p + 1) \times 1$ de los coeficientes de regresiones and e el vector $n \times 1$ de los errores estadísticos,

$$\boldsymbol{\beta} = \begin{pmatrix} \beta_0 \\ \beta_1 \\ \vdots \\ \beta_p \end{pmatrix} \text{ y } \mathbf{e} = \begin{pmatrix} e_1 \\ e_2 \\ \vdots \\ e_n \end{pmatrix}$$

La matriz \mathbf{X} representa los valores de los términos observables. Haciendo \mathbf{x}'_i la notación para representar la i -ésima fila de la matriz \mathbf{X} , la cual no es más que un vector de tamaño $(p + 1) \times 1$ para las funciones de las medias que incluye un término de intercepción. De esta manera se escribe la ecuación para la función media evaluada en \mathbf{x}_i representada por:

$$E = (Y/X = \mathbf{x}_i) = \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} = \beta_0 + \beta_1 x_{i1} + \dots + \beta_p x_{ip}$$

En notación de matriz, el modelo de regresión múltiple se escribe:

$$\mathbf{Y} = \mathbf{X}\boldsymbol{\beta} + \mathbf{e}$$

La fila i -ésima de la ecuación anterior se define por $y_i = \mathbf{x}'_i \boldsymbol{\beta} + e_i$

3.2.1.2 Varianza - Covarianza matriz del error

El vector error es un vector aleatorio inobservable. Las hipótesis de los errores y su varianza vienen dadas en forma de matriz por las siguientes ecuaciones:

$$E(\mathbf{e}) = \mathbf{0}$$

$$\text{Var}(\mathbf{e}) = \sigma^2 \mathbf{I}_n$$

Donde $\text{Var}(\mathbf{e})$ es la matriz de covarianza de \mathbf{e} , \mathbf{I}_n es la matriz $n \times n$ con 1 en la diagonal y lo demás cero, y $\mathbf{0}$ es la matriz de ceros del tamaño correspondiente. Si se añade la hipótesis de normalidad se obtiene $\mathbf{e} \sim N(\mathbf{0}, \sigma^2 \mathbf{I}_n)$

3.2.1.3 Estimadores de mínimos cuadrados ordinarios

Los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ y $\boldsymbol{\beta}$ se eligen para minimizar el residuo de la función de la suma de los cuadrados

$$\text{SSE}(\boldsymbol{\beta}) = \sum (y_i - \mathbf{x}_i' \boldsymbol{\beta})^2 = (\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})'(\mathbf{Y} - \mathbf{X}\boldsymbol{\beta})$$

Aplicando diferenciación a la ecuación anterior se obtienen los estimados con la formula descrita por:

$$\hat{\boldsymbol{\beta}} = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

Si la inversa $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ existe. El estimador $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ depende solo de las matrices $\mathbf{X}'\mathbf{X}$ y $\mathbf{X}'\mathbf{Y}$ que son matrices de productos cruzados y sumas de cuadrados sin corregir. Esta ecuación no se debe utilizar para el cálculo de los estimadores ya que está sujeta a grandes errores de redondeo lo cual provoca que el cálculo sea muy impreciso. El método preferido para el cálculo de los estimadores de mínimos cuadrados ordinarios está basado en la descomposición de matrices.

Si se define \mathbf{X} como la matriz $n \times p$

$$\mathbf{X} = \begin{pmatrix} (x_{11} - \bar{x}_1) & (x_{1p} - \bar{x}_p) \\ (x_{21} - \bar{x}_1) & (x_{2p} - \bar{x}_p) \\ (x_{n1} - \bar{x}_1) & (x_{np} - \bar{x}_p) \end{pmatrix}$$

La matriz consiste en tomar la matriz original \mathbf{X} eliminar la primera columna y restarle a cada uno de los términos la media de las columnas. De la misma forma (\mathbf{Y}) sería el vector $y_i - \bar{y}$. Luego

$$\mathbf{C} = \frac{1}{n-1} \begin{pmatrix} \mathbf{X}'\mathbf{X} & \mathbf{X}'\mathbf{Y} \\ \mathbf{Y}'\mathbf{X} & \mathbf{Y}'\mathbf{Y} \end{pmatrix}$$

Es la matriz de muestras de varianzas y covarianzas. Cuando $p = 1$, la matriz \mathbf{C} se reescribe como:

$$\mathbf{C} = \frac{1}{n-1} \begin{pmatrix} SXX & SXY \\ SXY & SYY \end{pmatrix}$$

Donde:

$$SXX = \sum (x_i - \bar{x})x_i$$

$$SYY = \sum (y_i - \bar{y})y_i$$

$$SXY = \sum (x_i - \bar{x})y_i$$

Los elementos de \mathbf{C} son un resumen estadístico necesario para el cálculo de los mínimos cuadrados ordinarios en regresiones lineares simples. Si hacemos $\boldsymbol{\beta}^*$ el vector de los parámetros excluyendo el término de intercepción β_0 entonces para $p \geq 1$

$$\hat{\boldsymbol{\beta}}^* = (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}\mathbf{X}'\mathbf{Y}$$

$$\hat{\beta}_0 = \bar{y} - \hat{\boldsymbol{\beta}}^{*'}\bar{\mathbf{x}}$$

Donde $\bar{\mathbf{x}}$ es el vector de las medias de todas las muestras exceptuando β_0 .

Luego de calcular $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ se pueden definir los valores ajustados los cuales son $\hat{\mathbf{Y}} = \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}}$

y el residuo $\hat{\mathbf{e}} = \mathbf{Y} - \hat{\mathbf{Y}}$. Si se evalúa RSS para $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ se obtiene:

$$SSE = \hat{\mathbf{e}}' \hat{\mathbf{e}} = (\hat{\mathbf{Y}} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})' (\hat{\mathbf{Y}} - \mathbf{X}\hat{\boldsymbol{\beta}})$$

3.2.1.4 Propiedades de los estimadores

Asumiendo $E(\mathbf{e}) = \mathbf{0}$ y $\text{Var}(\mathbf{e}) = \sigma^2 \mathbf{I}_n$ entonces $E(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \boldsymbol{\beta}$ y

$$\text{Var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \sigma^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1} \quad (3.1)$$

Excluyendo β_0 se obtiene:

$$\text{Var}(\hat{\boldsymbol{\beta}}^*) = \sigma^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$$

Por tanto $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$ es la primera columna y fila de $(\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$. La estimación de σ^2 se expresa de la siguiente forma

$$\hat{\sigma}^2 = \frac{SSE}{n - (p + 1)}$$

Sustituyendo $\hat{\sigma}^2$ por σ^2 en la ecuación (3.1) se obtiene la estimación de la varianza de $\hat{\boldsymbol{\beta}}$ como:

$$\widehat{\text{Var}}(\hat{\boldsymbol{\beta}}) = \hat{\sigma}^2 (\mathbf{X}'\mathbf{X})^{-1}$$

3.2.2 Selección de las variables explicativas

Al utilizar más de una variable explicativa surge una gran interrogante: del conjunto de variables explicativas: $x_1, x_2 \dots \dots x_k$ cuáles son las que más influyen en la variable dependiente Y .

Los procedimientos para seleccionar las variables explicativas son los siguientes:

- Eliminación progresiva.
- Introducción progresiva.
- Regresión paso a paso (Stepwise Regression).

Este último método es una combinación de los procedimientos anteriores. Parte del modelo sin ninguna variable explicativa y en cada etapa se introduce la más significativa, y se examina si todas las variables introducidas en el modelo deben de permanecer. El algoritmo terminaría cuando ninguna variable entra o sale del modelo.

En los casos en que el conjunto de muestras de variables significativas sea excesivamente grande y el tiempo de ejecución de los algoritmos se desee reducir se pueden descartar aquellas variables que no cumplan los siguientes criterios

- Las variables deben de tener sentido numérico.
- No incluir variables repetidas o redundantes
- Las variables deben tener cierta justificación teórica.

La relación de las variables explicativas con la variable dependiente debe de ser lineal, es decir, proporcional.

3.2.3 Problemas en el ajuste de un modelo de regresión lineal múltiple

Los principales problemas que se pueden presentar en la construcción de un modelo de regresión múltiple se describen a continuación[11]:

- Multicolinealidad: se da cuando las variables explicativas son muy dependientes entre sí, y es difícil separar su contribución individual al modelo. Esto deja en evidencia que los parámetros del modelo son muy inestables, con varianzas muy grandes.
- Error de especificación: en los casos que el modelo de regresión no proporciona un buen ajuste a la nube de puntos o diagrama de dispersión. Algunos motivos de este fenómeno son: la relación entre variables explicativas y dependiente no es lineal; existen variables explicativas relevantes que han sido omitidas como parte del modelo. Para evitar este fenómeno se recomienda disponer de algoritmos que seleccionen el subconjunto más adecuado de variables explicativas que se deben incorporar al modelo de regresión, así como de medidas que midan la bondad del ajuste. Como se ha discutido en capítulos anteriores.
- Falta de Normalidad: cuando los residuos no son normales.
- Heterocedasticidad: si la varianza no es constante.
- Existencia de valores atípicos o heterogéneos (Leverage points): existen datos atípicos que se separan de la nube de datos muestrales que pueden influir en la estimación del modelo de regresión o que no se ajustan al modelo.

3.3 Aplicación a la estimación de la potencia mecánica

En los ensayos de los capítulos siguientes se utilizan primero los modelos de regresiones lineales para determinar cuál de las tres variables explicativas: corriente, potencia absorbida y deslizamiento, resulta en un mejor ajuste para describir el comportamiento de la potencia mecánica útil de un motor. En un segundo ensayo se utiliza el modelo de regresiones múltiples con el ánimo de determinar que combinación de variables explicativas arroja mejores resultados.

Los distintos modelos de regresiones son a su vez comparados entre si utilizando el coeficiente de determinación para de esta manera descartar los peores valores de R^2 bajo las premisas de que los mismos no serían del todo factibles para las estimaciones de las magnitudes en casos reales.

4 REDES NEURONALES

En los ensayos del próximo capítulo se muestra como el uso de las regresiones lineales para crear modelos de predicción de la potencia útil del motor a partir de la corriente, potencia absorbida y deslizamiento produjo resultados satisfactorios para la mayoría de los casos de estudios. En aquellos casos donde el coeficiente de determinación R^2 es muy bajo se ha decidido implementar otro mecanismo para crear los modelos predictivos con el afán de obtener mejores resultados de ahí que se necesario el uso de las redes neuronales.

Las Redes Neuronales Artificiales (RNA) no son más que sistemas de procesamiento de la información que pretenden mimetizar la estructura y el funcionamiento de las redes neuronales cerebrales. Al igual que una red neuronal cerebral las mismas consisten en un conjunto de elementos simples de procesamiento llamados nodos o neuronas interconectadas por enlaces con un valor numérico modificable al que se denomina peso.

La unidad de RNA se llama neurona. Cada neurona posee una capacidad limitada de calcular, una suma ponderada de sus entradas para luego aplicarle una función de activación y así obtener obtener la señal que se transmitirá a la próxima neurona. Las neuronas por regla se agrupan en capas o niveles y poseen un alto grado de conectividad entre ellas, dicha conectividad es ponderada por los pesos. Mediante el uso de algoritmos de aprendizaje supervisados o no supervisados, las RNA ajustan su arquitectura y parámetros al fin de lograr minimizar alguna función de error que indique el grado de ajuste a los datos y la capacidad de generalización de las RNA.

4.1 Antecedentes

Las redes neuronales como se conocen hoy en día son el producto de un conjunto de hitos históricos los cuales se mencionan brevemente en la Fig. 4-1 [12][13]. En más detalle se habla de la creación del 'Perceptron' de Frank Rosenblatt y el uso del algoritmo de Backpropagation en RNA como se usa hoy en día por Verbos.

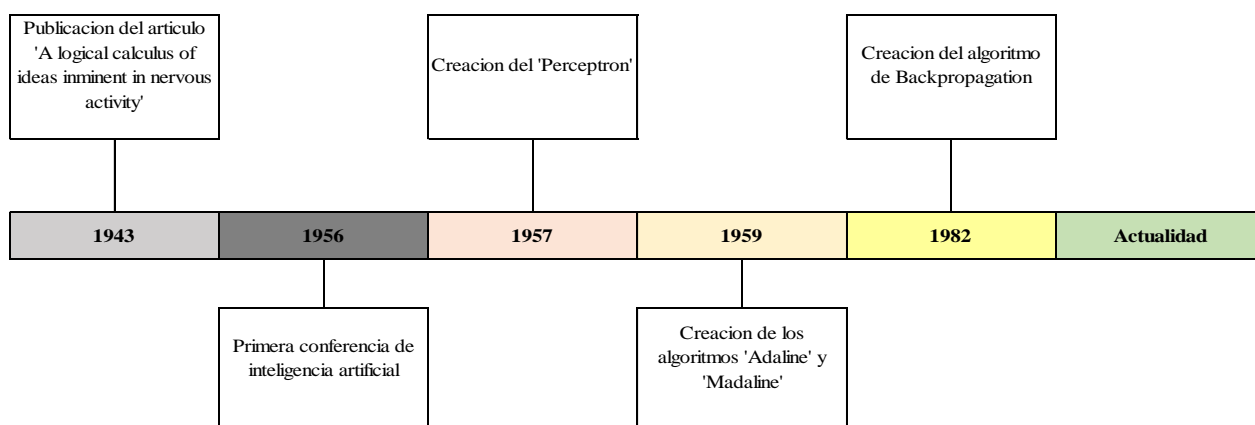


Figura 4-1. Línea de tiempo desarrollo de las redes neuronales.

- El Perceptron de Frank Rosenblatt

Frank Rosenblatt en su publicación '*Principles of neurodynamics: Perceptron and the theory of brain mechanisms*' introduce el Perceptron[14]. El perceptron es un sistema clasificador de patrones capaz de identificar patrones geométricos y abstractos mediante un proceso de aprendizaje.

La primera aplicación real del perceptron fue la de reconocer patrones mediante el uso de una rejilla de 400 fotocélulas, que intentaban imitar a las neuronas de la retina sensibles a la luz, por las cuales recibía el estímulo óptico. Estas fotocélulas estaban conectadas a elementos asociativos que recogían los impulsos eléctricos emitidos desde las fotocélulas. Si las células presentaban un valor de entrada superior a un umbral predeterminado entonces el elemento asociativo producía una salida. Las conexiones entre los elementos asociativos y las fotocélulas se realizaban de manera aleatoria. La Fig 4-2 muestra la estructura de la red perceptron y la Fig. 4-3 muestra la maquina tal cual era en aquella época. Una característica importante sobre la robustez del perceptrón es que era capaz de mantener su régimen de funcionamiento incluso después de que algunas celdas fueran destruidas.

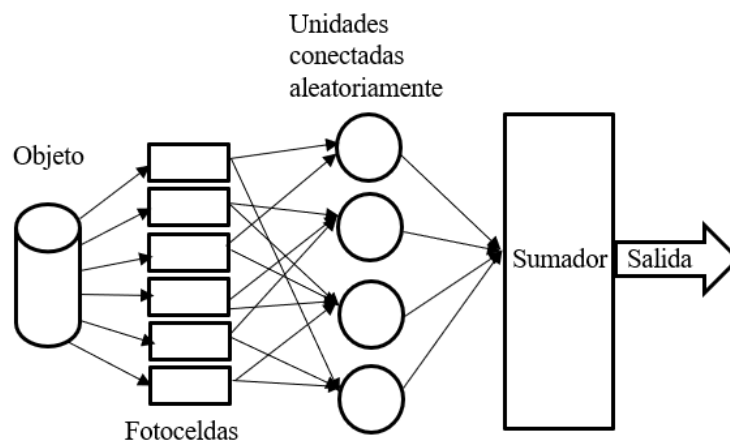


Figura 4-2. Estructura de una red Perceptron.



Figura 4-3 Perceptron Mark I

Debido a su naturaleza de dispositivo en fase de desarrollo el perceptron tenía sus limitaciones. La mayor limitación la reflejaron Minsky y Papert[15] demostrando la incapacidad del perceptron en resolver algunas tareas o problemas sencillos como por ejemplo la función lógica OR exclusivo.

- Backpropagation (BP) en RNA

En 1982 con la publicación de '*Applications of advances in nonlinear sensitivity analysis*' [16] Paul J. Werbos presenta por primera vez la aplicación de dicho algoritmo en la forma que se utiliza hoy en día en RNA, ampliando de esta manera su tesis '*Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences*' [17] de 1974 en la que aún no se incluía el método de Seppo Linnainmaa. En 1986 con el avance en las tecnologías por fin se llega a demostrar la utilidad del método BP en las redes neuronales dando paso a que en 1994 Eric A. Wan con su publicación '*Time Series Prediction by Using a Connectionist Network with Internal Delay Lines*' [18] creara la primera RNA entrenada por BP que ganara un concurso internacional de reconocimiento de patrones de control.

4.2 Modelo matemático

En 1943 McCulloch and Pitts [19] concibieron un modelo abstracto y simple de una neurona artificial el cual se explica en la Fig 4-4:

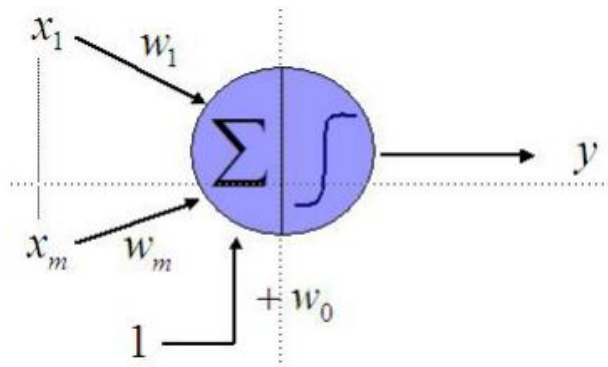


Figura 4-4 Modelo matemático neurona artificial

El modelo está compuesto por un vector de pesos $w = (w_1, \dots, w_m)^T$ equivalente a las conexiones sinápticas en una neurona real, el vector $\vec{x} = (x_1, \dots, x_m)$ es la entrada y el escalar (y) la salida de la unidad. El funcionamiento de la neurona como unidad de procesamiento consiste en generar una única salida (y) a partir de la aplicación de una función de activación γ a la suma ponderada entre el vector de entrada $\vec{x} = (x_1, \dots, x_m)^T$ y el vector de pesos $\vec{w} = (w_1, \dots, w_m)^T$ más un sesgo w_0 , de forma matemática se escribe de la siguiente manera:

$$y = \gamma \left(\sum_{i=1}^m w_i x_i + w_0 \right)$$

donde γ es una función no-lineal. La función propuesta por McCulloch-Pitts posee una salida binaria ± 1 conocida como la función de todo o nada que equivale a la función signo dada por:

$$\gamma(z) = \text{sgn}(z) = \begin{cases} 1, & z \geq 0 \\ -1, & z < 0 \end{cases}$$

Otra función con salida binaria es la función escalón unitario descrita por

$$\gamma(z) = U(z) = \begin{cases} 1, & z \geq 0 \\ 0, & z < 0 \end{cases}$$

Cuando se consideran neuronas con respuestas de procesamiento gradual, entonces se pueden usar funciones de activación de forma lineal $\gamma(z) = z$ o de forma sigmoideal como la función logística $\gamma(z) = \frac{1}{1+e^{-z}}$ o la tangente hiperbólica $\gamma(z) = \tanh(z)$

4.3 Topología de las redes neuronales.

A la organización y disposición de las neuronas en una red neuronal se le conoce como topología de una red neuronal. Los parámetros fundamentales de la topología de una red son: el número de capas, el número de neuronas por capa, el grado de conectividad y el tipo de conexiones entre neuronas.

4.3.1 Redes monocapa.

En las redes monocapa, se establecen conexiones entre las neuronas que pertenecen a una capa única que constituye la red. Son utilizadas generalmente en tareas relacionadas con lo que se conoce como auto asociación dichas actividades consisten en reconstruir la información de entrada que se obtiene de forma incompleta o distorsionada en la Fig 4-5 se muestra la estructura de uan red monocapa.

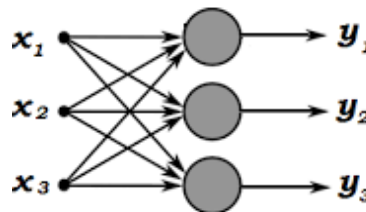


Figura 4-5 Red Monocapa

4.3.2 Redes multicapa.

Las redes multicapa como su nombre lo indica son aquellas que disponen de dos o más capas cada capa con su respectivo conjunto de neuronas. En estos casos, una forma para distinguir la capa a la que pertenece una neurona consistiría en fijarse en el origen de las señales que recibe a la entrada y el destino de la señal de salida. Por la orientación en que se realizan las conexiones entre capas las redes multicapa pueden ser de dos tipos:

- conexiones hacia adelante/feedforward: las neuronas de una capa reciben señales de entrada desde otra capa anterior más cercana a la entrada y envían señales de salida a una capa posterior mas cercana a la salida en un solo sentido como se ve en la Fig 4-6.

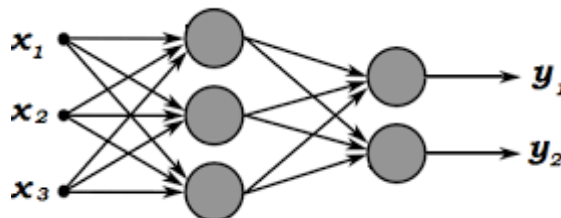


Figura 4-6 Red Multicapa Feedforward

- conexiones hacia atrás/feedbackwards: en estas se conectan las salidas de las neuronas de capas posteriores a la entrada de capas anteriores como se ve en la Fig. 4-7.

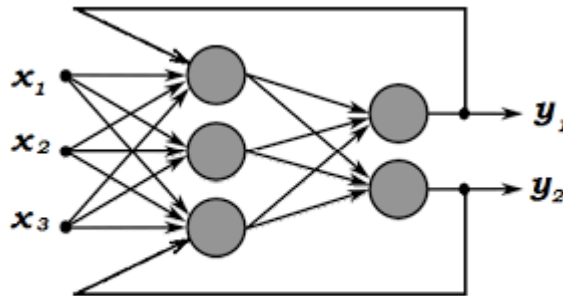


Figura 4-7 Red Multicapa Feedwards

4.4 Entrenamiento de redes neuronales

La principal característica de las RNA es su capacidad de aprendizaje. Al entrenar una RNA se busca lograr que una aplicación determinada, para un conjunto de entradas genere un conjunto de salidas deseadas o dentro de parámetros de error aceptables. En el proceso de entrenamiento se introducen progresivamente grupos distintos de entradas y ver si se ajustan los pesos de las interconexiones según un procedimiento predeterminado. Durante la sesión de entrenamiento los pesos convergen gradualmente hacia los valores que hacen que cada entrada produzca el vector de salida deseado. Los algoritmos de entrenamiento se pueden clasificar en dos grupos:

- Entrenamiento Supervisado: estos algoritmos requieren asociar cada vector de entrada con su correspondiente vector de salida. El entrenamiento consiste en introducir un vector de entrada a la red, calcular la salida, compararla con la salida deseada, y el error resultante se retroalimenta a la red provocando que se cambien los pesos de acuerdo con un algoritmo que tiende a minimizar el error. Este tipo de entrenamiento, aunque produce muy buenos resultados no sigue el modelo biológico de lo que se tiene entendido como redes neuronales ya que en la realidad no se tiene una salida deseada para cada estímulo de entrada.
- Entrenamiento No Supervisado: no requieren de un vector de salidas deseadas y por tanto no se realizan comparaciones entre las salidas reales y salidas esperadas. El conjunto de vectores de entrenamiento consiste únicamente en vectores de entrada. El algoritmo de entrenamiento modifica los pesos de la red de forma que produzca vectores de salida consistentes. El proceso de entrenamiento extrae las propiedades estadísticas del conjunto de vectores de entrenamiento y agrupa en clases los vectores similares.

Existe una gran variedad de algoritmos de entrenamiento hoy en día. La gran mayoría de ellos han surgido de la evolución del modelo de aprendizaje no supervisado que propuso Hebb en su libro '*La organización del comportamiento*' en 1949[20]. El modelo de aprendizaje consta de dos reglas principales[21]:

1. Si dos neuronas a ambos lados de la sinapsis son activadas simultáneamente, entonces el peso de esa sinapsis es selectivamente incrementado.
2. Si dos neuronas a ambos lados de la sinapsis son activadas asincrónicamente, entonces la sinapsis es selectivamente debilitada o eliminada.

4.5 Modelos de Redes neuronales

En la tabla 4-1 se muestra una clasificación de las RNA más comunes en las que se basan los simuladores de software de sistemas de computación neuronal. Se elige una que otra red en función de las características del problema a resolver. Los problemas más comunes pueden ser del tipo de predicción, clasificación, asociación, conceptualización, filtrado y optimización [22].

Tabla 4-1. Algoritmos de redes neuronales

Nombre	Tipo	Diseñador	Año	Características
Adaline y Madelia	Predicción	Bernard Widrow	1960	Técnicas de Adaptación para el Reconocimiento de Patrones
ART	Conceptualización	Carpenter, Grossberg	1960-86	Reconocimiento de Patrones y Modelo del Sistema Neuronal. Concepto de Resonancia Adaptativa
Back Propagation	Clasificación	Rumelhart y Parker	1985	Solución a las limitaciones de su red predecesora el Perceptron
BAM	Asociación	Bart Kosko	1987	Inspirada en la red ART
The Boltzman Machine	Asociación	Ackley, Hinton y Sejnowski	1985	Similar a la red Hopfield.
Brain State in a Box	Asociación	James Anderson	1970-86	Red Asociativa Lineal
Cascade Correlation Networks	Asociación	Fahhman y Lebiere	1990	Adición de nuevas capas ocultas en cascada
Counter Propagation	Clasificación	Hecht Nielse	1987	Clasificación Adaptativa de Patrones
DBD	Clasificación	Jacobb	1988	Métodos Heurísticos para Acelerar la Convergencia
DNNA	Predicción	Neural Semiconductor Inc	1990	Implementación Hardware de la función Sigmoid
DRS	Clasificación	Maytas y Solis	1965-81	Técnica de valores aleatorios en el mecanismo de ajuste de pesos.
FLN	Clasificación	Pao	1989	Versión mejorada de la red Backpropagation.
Hamming	Asociación	Lippman	1987	Clasificador de vectores binarios utilizando la Distancia Hamming.
Hopfield	Optimización	Hopfield	1982	Concepto de la red en términos de energía
LVQ	Clasificación	Kohonen	1988	Red Clasificadora
Perceptron	Predicción	Rosenblatt	1950	Primer modelo de sistema Neuronal Artificial
PNN	Asociación	Spetcht	1988	Clasificación de patrones utilizando métodos estadísticos
Recirculation	Filtrado	Hinton y McClelland	1988	Alternativa a la red Backpropagation
SOM	Conceptualización	Kohonen	1979-82	Aprendizaje sin supervisión
SPR	Asociación	Grossberg	1960-70	Red clasificadora Invariante en el espacio y tiempo

4.6 Paquetes/Herramientas informáticos (Software) de simulación de RNA

Existen un sin número de herramientas informáticas hoy en día para modelar los sistemas de RNA de los cuales se mencionan en la tabla 4-2 [23] :

Tabla 4-2. Relacion de herramientas⁷

Simulador	Creador	Año de lanzamiento	Licencia	Lenguaje de programacion
Emergent Neural Network Simulation System 7.0.1	Dr. Randy O'Reilly	1993	GNU PL	C++
XNBC 9.11	Dr. Jean-François VIBERT	1998	GNU PL	C++
Wolfram Mathematica Neural Networks 1.1.2	Wolfram Research Inc.	2002	Privado	Mathematica
Torch5 0.80	Ronan Collobert, Samy Bengio y Leon Bottou	2002	GNU PL	C
Topographica Neural Map Simulator 0.9.8	Dr. James A. Bednar	1998	BSD	Python C++
Stuttgart Neural Network Simulator 4.3	Dr. Andreas Zell	1991	FOSS	C++
SpikeNET 1.02	Arnaud Delorme y Simon Thorpe	1999	GNU PL	C++
Simbrain 3.0 Beta 1	Jeff Yoshimi	2002	GNU PL	Java
Siemens ECANSE 2.02 (no longer available)	Siemens	2009	Privado	Visual C++
SNNAP (Simulator for Neural Networks and Action Potentials) 8.1	Dr. John Byrne y Dr. Douglas Baxter	2001	Privado	Java
Peltarion Synapse 1.6.0	Peltarion	2006	Privado	.NET
PDPTool 2.02	Jay McClelland	1986	GNU PL	MATLAB
Nodus 3.2	Dr. Erik De Schutter	1983	Privado	Fortran
Neuroph 2.8	Zoran Sevarac, Ivan Goloskokovic y Jon Tait	2008	FOSS	Java
NeuronC 6.44	Dr. Robert Smith	1986	GNU PL	C
NeuroSolutions 6	NeuroDimension, Inc	1995	Privado	Visual C++
NetMaker 0.9.5.2	Robert Sulej	2006	Privado	C# C ASM
NEURON 7.4	Dr. Michael Hines	1986	GNU PL	C C++ Fortran Python
NEST (NEural Simulation Tool) 2.2.2	NEST Initiative	2004	GNU PL	C++ Python
MOOSE (Multiscale Object-Oriented Simulation Environment) 2	Upinder S. Bhalla, Niraj Dudani y Subhasis Ray	2007	GNU PL	C++ Python
MATLAB Neural Network Toolbox 6.0.4	Mathworks	1998	Privado	Lenguaje propio
LENS (The light, efficient neural network simulator)2.63	Dr. Douglas Rohde	1998	FOSS	C
JavaNNS 1.1	Dr. Andreas Zell	2002	Privado	Java
GeNN 2.1	Prof Thomas Nowotny, Dr Esin Yavuz y James Turner	2011	GNU PL	C++ CUDA
FANN (Fast Artificial Neural Network Library) 2.2.0	Steffen Nissen	2004	GNU PL	C
Encog 3.2	Jeff Heaton	2008	FOSS	Java
Catacomb2 (Components And Tools for Accessible COMputer Modeling in Biology 2.111	Robert Cannon	2001	GNU PL	Java
CNS (Cortical Network Simulator) r411	Jim Mutch	2010	GNU PL	C
Brian 2	Romain Brette y Dan Goodman	2008	GNU PL	Python
(iNVT) iLab Neuromorphic Vision C++ Toolkit 3.1	Dr. Laurent Itti y Dr. Christof Koch	2001	GNU PL	C++

⁷ GNU PL, FOSS y BSD son licencias de libre acceso a todo publico

En los ensayos a describir en el capítulo siguiente se utiliza Matlab para modelar las RNA. El paquete/herramienta de Matlab permite elegir entre los algoritmos de la Fig 4-8. Sin embargo, en el caso específico de los ensayos se utiliza una RNA de dos capas y conexiones hacia adelante, por lo que Matlab solo permite elegir el algoritmo de *BackPropagation* ya sea de Levenberg-Marquet o *Scaled Conjugate Gradient*, y en caso de que se necesite algo más robusto *Bayesian regularization*. Estos tres algoritmos son los que se han considerado en el entrenamiento supervisado.

Algorithm
Levenberg-Marquardt
Bayesian Regularization
BFGS Quasi-Newton
Resilient Backpropagation
Scaled Conjugate Gradient
Conjugate Gradient with Powell/Beale Restarts
Fletcher-Powell Conjugate Gradient
Polak-Ribière Conjugate Gradient
One Step Secant
Variable Learning Rate Gradient Descent
Gradient Descent with Momentum
Gradient Descent

Figura 4-8 Menu de selección de algoritmo para Matlab

5 METODOS DE ESTIMACION DE LA POTENCIA MECANICA

La estimación directa de la carga mecánica conlleva un sin número de limitantes que la convierten en una opción tan invasiva que ni siquiera suele evaluarse como practicable. En consecuencia, surge la conveniencia o necesidad de tener que realizar la estimación de la carga mecánica a partir de métodos indirectos, que resulten poco costosos y mínimamente invasivos. Con este propósito, tradicionalmente en la industria se han utilizado medidas de deslizamiento (velocidad), y de intensidad y potencia eléctrica absorbidas de la red, a fin de estimar con ellas la potencia mecánica del motor. En este capítulo se desarrollan los metos de estimación de la potencia mecánica de un motor a partir de tres magnitudes principales: el deslizamiento, la intensidad y la potencia absorbida.

5.1 Método de Estimación de la Potencia Mecánica de un Motor Basado en el Deslizamiento

En el método de estimación de la potencia mecánica (o de la potencia relativa) de un motor, basado en deslizamiento o la velocidad, la potencia de relativa salida del motor, $P_{pu} = P/P_N$, se estima utilizando el cociente entre el deslizamiento real, s , y el deslizamiento nominal, s_N :

$$P_{pu}(s) = \frac{P(s)}{P_N} \approx \frac{s}{s_N} \left(\frac{U}{U_N} \right)^2 = \frac{s}{s_N} U_{pu}^2 \quad (1.1)$$

En esta expresión, el valor del deslizamiento nominal (calculable a partir de la velocidad nominal del motor, consignada en la placa de características) se ha corregido con el cuadrado de la tensión relativa, $U_{pu} = U/U_N$, cociente entre la tensión real de alimentación, U , y la nominal, U_N , para considerar el caso frecuente en el que la tensión de alimentación es ligeramente diferente (generalmente menor que) de la tensión nominal.

Esta expresión se basa en dos ideas:

- el conjunto de pérdidas mecánicas, P_{pmec} , son relativamente pequeñas, $P_{pmec} \ll P_N$, y en consecuencia, pueden despreciarse frente a la potencia mecánica suministrada por el motor
- la curva par-velocidad (o deslizamiento) del motor es aproximadamente lineal en la zona de carga. Esto hace que la potencia mecánica de salida, producto del par por la velocidad, sea aproximadamente proporcional a la velocidad (o el deslizamiento).

$$\begin{aligned} \frac{s}{s_N} &\approx \frac{1}{U_{pu}^2} \cdot \frac{P_a(U_{pu}, s)}{P_a(U_N, s_N)} = \frac{1}{U_{pu}^2} \cdot \frac{P_{mi}(U_{pu}, s)}{P_{mi}(U_N, s_N)} \cdot \frac{1-s_N}{1-s} = \frac{1}{U_{pu}^2} \cdot \frac{P(U_{pu}, s) + P_{pmec}(s)}{P(U_N, s_N) + P_{pmec}(s_N)} \cdot \frac{1-s_N}{1-s} \\ &\square \frac{1}{U_{pu}^2} \cdot \frac{P(U_{pu}, s)}{P(U_N, s_N)} \cdot \frac{1-s_N}{1-s} = \frac{1}{U_{pu}^2} \cdot \frac{P(U_{pu}, s)}{P_N} \cdot \frac{1-s_N}{1-s} \end{aligned}$$

o bien:

$$P_{pu}(U_{pu}, s) = \frac{P(U_{pu}, s)}{P_N} \approx U_{pu}^2 \cdot \frac{s \cdot (1-s)}{s_N \cdot (1-s_N)}$$

Y si se desprecia el reducido valor del deslizamiento frente a la unidad, $s \ll 1$, se obtiene (1.1):

$$P_{pu}(U_{pu}, s) = \frac{P(U_{pu}, s)}{P_N} \approx U_{pu}^2 \cdot \frac{s \cdot (1-s)}{s_N \cdot (1-s_N)} \approx U_{pu}^2 \cdot \frac{s}{s_N}$$

Este es un método de baja intrusión, pero relativamente inexacto debido a:

- las tolerancias admisibles para la velocidad nominal del motor
 - La norma IEC 60034-1 establece una tolerancia admisible de $\pm 30\%$ para el deslizamiento nominal de motores con potencia nominal inferior a 1 kW y del $\pm 20\%$ para el deslizamiento nominal de motores con potencia nominal igual o superior a 1 kW como se ve en la tabla 5-1
 - La norma NEMA MG-1 establece una tolerancia de $\pm 20\%$ del deslizamiento nominal. El deslizamiento nominal se debe medir a la tensión, frecuencia y carga nominales, una vez alcanzado el equilibrio térmico con una temperatura ambiente de 25°C como se ve en la tabla 5-1.

Tabla 5-1. Tolerancias del deslizamiento según IEC y NEMA

Pn (kW)	Tolerancia Deslizamiento	
	IEC 60034-1	NEMA MG-1
< 1	$\pm 30\%$ deslizamiento nominal	$\pm 20\%$ deslizamiento nominal
≥ 1	$\pm 20\%$ deslizamiento nominal	

- los errores de medición de velocidad
- la no linealidad real de la curva par-deslizamiento (par-velocidad).

Este método es de uso común en la industria hoy en día y es bastante atractivo debido a su simplicidad, siendo el deslizamiento o velocidad del motor fácilmente medible usando un tacómetro estroboscópico (que típicamente tiene una precisión de $\pm 0.5 \text{ rev./min}$).

El error asociado a la expresión (1.1) puede reducirse ligeramente, sin aumentar la complejidad del método o el nivel de intrusión, utilizando (1.2), que refleja mejor la relación real entre el deslizamiento del motor y la carga.

$$P_{pu}(s) = \frac{P(s)}{P_N} = \frac{P(s)}{P_N} \approx \frac{s \cdot (1-s)}{s_N \cdot (1-s_N)} \left(\frac{U}{U_N} \right)^2 = \frac{s \cdot (1-s)}{s_N \cdot (1-s_N)} \cdot U_{pu}^2 \quad (1.2)$$

Cuanto menores sean la potencia mecánica de salida (carga) y la potencia nominal y mayor sea el número de polos, mayor será la disminución del error si se usa (1.2) en lugar de (1.1). La potencia mecánica de salida (carga) estimada por (1.2) resulta algo mayor que la estimada con (1.1), lo que conduce a una reducción del error (por defecto) porque la carga estimada del motor utilizando el método basado en deslizamiento es menor que la carga real. Se debe mencionar que la temperatura también influye en el deslizamiento del motor (debido a la dependencia de la resistencia del rotor con la temperatura). Sin embargo, (1.1) y (1.2) siguen siendo formas aproximadas para estimar la potencia de salida (carga) del motor debido a la falta de proporcionalidad real entre el par y el deslizamiento (velocidad).

5.2 Método de Estimación de la Potencia Mecánica de un Motor Basado en la Potencia Eléctrica Absorbida

En el método de estimación de la potencia mecánica del motor basado en la potencia activa de entrada, la potencia eléctrica de entrada (absorbida) real del motor, P_1 , se compara con la potencia de entrada nominal (la potencia eléctrica que absorbe el motor a plena carga), P_{1N} , valor este último que puede calcularse a partir de la información de la placa de características):

$$P_{pu}(P_1) = \frac{P(P_1)}{P_N} \approx \frac{P_1}{P_{1N}} = \frac{P_1}{P_N} \cdot \eta_N = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N \cdot FP_N} \quad (1.3)$$

Esta estimación se basa en la idea de que el rendimiento del motor se mantiene aproximadamente constante o, lo que es lo mismo, que las pérdidas son pequeñas en comparación con la potencia mecánica o la absorbida:

$$P_{pu}(P_1) = \frac{P(P_1)}{P_N} = \frac{P_1 - P_p(P_1)}{P_N - P_{pN}} = \frac{P_1 \cdot \eta(P_1)}{P_{1N} \cdot \eta_N} \approx \frac{P_1}{P_{1N}} = \frac{P_1}{P_N} \cdot \eta_N = \frac{P_1}{\sqrt{3} \cdot U_N \cdot I_N \cdot FP_N}$$

La hipótesis anterior, es perfectamente aceptable cuando la potencia de carga es próxima a la de plena carga, pero cuando el motor funciona con una fracción pequeña de la potencia nominal, esta aproximación deja de tener validez, lo que se traduce en un incremento del error de la estimación.

Para medir la potencia eléctrica absorbida por el motor puede utilizarse un vatímetro trifásico, dos vatímetros monofásicos o, en ausencia de desequilibrios, un vatímetro monofásico, que es considerablemente más económico que un vatímetro trifásico. Algunos fabricantes proporcionan adaptadores para una fácil aplicación del método de los dos vatímetros usando solo un vatímetro monofásico. En general, cuanto mayor es el factor de potencia, menor es el error.

El error asociado a la estimación (1.3) se debe principalmente a la ligera falta de proporcionalidad entre la potencia mecánica de salida (carga) y la potencia eléctrica absorbida, siendo los errores asociados a la placa de características insignificantes para el propósito considerado. Sin embargo, debe notarse que la desproporcionalidad referida es menos acentuada que la del factor de potencia y la corriente de línea, que, de hecho, se compensan entre sí, explicando por qué la potencia real es casi proporcional a la carga.

Si solo se consideran dos casos extremos: potencia de entrada en vacío (sin carga) y a plena carga (nominal), los errores mayores grandes ocurren con cargas bajas, dependiendo de la relevancia de las pérdidas de funcionamiento en vacío (pérdidas Joule del estator en vacío, pérdidas del núcleo y pérdidas mecánicas por fricción y ventilación). En consecuencia, el error por exceso en la estimación de la potencia mecánica de salida (es decir, el valor estimado es mayor que el valor real) disminuye con el número de polos del motor considerado, particularmente para motores pequeños, en los que las pérdidas relativas en vacío son más relevantes. Por lo tanto, cuanto menor es la potencia nominal del motor, mayor es el error.

Para mejorar este método de estimación de la potencia de salida pueden utilizarse los valores de rendimiento con carga parciales disponibles en el catálogo del fabricante. Conocidos los valores de rendimiento para varios puntos de carga, por ejemplo, para cargas del 100%, 75%, 50% y 25% (los tres primeros suelen estar disponibles para la mayoría de los motores), podría estimarse el rendimiento del motor por interpolación. Por ejemplo, conocidos los valores de rendimiento para dos niveles de potencia relativa de salida A y B.

$$\eta_A = \eta(P_{puA}) = \frac{P_A}{P_1(P_A)} = \frac{P_{puA} \cdot P_N}{P_1(P_{puA})}$$

$$\eta_B = \eta(P_{puB}) = \frac{P_B}{P_1(P_B)} = \frac{P_{puB} \cdot P_N}{P_1(P_{puB})}$$

Para cada una de estas potencias de salida, la potencia eléctrica absorbida es:

$$P_{1A} = P_1(P_A) = \frac{P_A}{\eta_A} = \frac{P_A}{\eta(P_A)} = \frac{P_{puA} \cdot P_N}{\eta(P_{puA})}$$

$$P_{1B} = P_1(P_B) = \frac{P_B}{\eta_B} = \frac{P_B}{\eta(P_B)} = \frac{P_{puB} \cdot P_N}{\eta(P_{puB})}$$

Ahora puede aproximarse la curva de rendimiento-potencia eléctrica absorbida por la recta que pasa por los puntos conocidos (A y B):

$$\eta(P_1) \approx k_{\eta 0} + k_{\eta 1} \cdot \frac{P_1}{P_{1N}}$$

Con ello, la estimación mejorada resulta:

$$P_{pu}(P_1) = \frac{P(P_1)}{P_N} = \frac{P_1 - P_p(P_1)}{P_N - P_{pN}} = \frac{P_1 \cdot \eta(P_1)}{P_{1N} \cdot \eta_N} \approx \frac{P_1}{P_{1N}} \left(k_{\eta 0} + k_{\eta 1} \cdot \frac{P_1}{P_{1N}} \right) = \frac{P_1}{P_N} \cdot \eta_N \cdot \left(k_{\eta 0} + k_{\eta 1} \cdot \frac{P_1}{P_{1N}} \right)$$

5.3 Método de Estimación de la Potencia Mecánica de un Motor Basado en la Intensidad

En el método de estimación de potencia de salida de un motor basado en la intensidad o corriente de línea, se parte de la idea de que la potencia mecánica entregada por el motor es bastante proporcional a la corriente de línea. En consecuencia, el cociente entre una medida real de la intensidad absorbida y la intensidad nominal (corriente absorbida a plena carga, que figura en la placa de características del motor), conduce a:

$$P_{pu}(U_{pu}, I_1) = \frac{P(U_{pu}, I_1)}{P_N} = \frac{P(U_{pu}, I_1)}{P(U_N, I_{1N})} \approx \frac{I_1}{I_{1N}} \cdot U_{pu} \quad (1.4)$$

expresión en la que se incluye compensación de tensión.

Esta estimación se basa en la idea de que la intensidad de excitación, I_e , es pequeña en comparación con (el módulo de) la intensidad rotórica, I_2 , o la absorbida, I_1 :

$$\frac{I_1(U_{pu}, s \rightarrow 0)}{I_{1N}} = \frac{I_2(U_{pu}, s \rightarrow 0) + I_e(U_{pu}, s \rightarrow 0)}{I_{2N} + I_{eN}} \approx \frac{I_2(U_{pu}, s \rightarrow 0)}{I_{2N}} = \frac{s}{s_N} \cdot U_{pu}$$

Usando ahora (1.1):

$$\frac{I_1(U_{pu}, s \rightarrow 0)}{I_{1N}} = \frac{I_2(U_{pu}, s \rightarrow 0) + I_e(U_{pu}, s \rightarrow 0)}{I_{2N} + I_{eN}} \approx \frac{I_2(U_{pu}, s \rightarrow 0)}{I_{2N}} = \frac{s}{s_N} \cdot U_{pu} \approx \frac{P_{pu}(s)}{U_{pu}}$$

De donde:

$$P_{pu}(U_{pu}, I_1) = \frac{P(U_{pu}, I_1)}{P_N} \approx \frac{I_1(U_{pu})}{I_{1N}} \cdot U_{pu}$$

La hipótesis anterior, es aceptable cuando la intensidad absorbida (potencia de carga) es próxima a la de plena carga, pero cuando el motor funciona con una fracción pequeña de la potencia nominal, esta aproximación deja de tener validez, lo que se traduce en un incremento del error de la estimación.

Sin embargo, la corriente no es proporcional a la carga del motor. De hecho, (1.4) es el cociente entre la potencia aparente realmente medida y la potencia aparente nominal (o entre módulos de la potencia compleja), que es una aproximación del cociente entre la potencia activa realmente medida y la potencia activa nominal, en la que se ha despreciado el factor de potencia. Esta es una estimación aproximada, debido a la significativa la variación del factor de potencia con la potencia mecánica (carga) del motor (que disminuye con la potencia nominal del motor y aumenta con la cantidad de polos del motor considerado). Sin embargo, en general, la corriente del motor es casi proporcional a su potencia de carga para potencias relativas superiores al 50%, aproximadamente, pero por debajo de ese límite, (1.4) resulta considerablemente impreciso o incluso impracticable. Por lo tanto, aunque el este método de estimación de la potencia de salida es muy utilizado en la industria (la medida de la intensidad absorbida siempre está disponible), se es consciente de que su precisión no es muy elevada.

El error de estimación del método puede mejorarse aproximando la curva de intensidad absorbida-potencia de salida mediante un conjunto de líneas rectas que pasen por los puntos de carga parcial conocidos (por ejemplo: cuando se conocen los valores de intensidad correspondientes a 0%, 25%, 50%, 75 % y 100% de carga). Cuanto mayor sea el número de puntos de carga parcial disponibles, menor será el error de estimación entre puntos. Además, cuanto menor sea la potencia del motor y mayor sea el número de polos, mayor será el número de puntos intermedios que se deben considerar. Se debe enfatizar que, al usar línea recta entre puntos intermedios, la carga se subestima (error por defecto).

Como puede verse, todos estos métodos de estimación, en su forma más simple (prescindiendo del factor de corrección por tensión), plantean una estimación de la potencia relativa de salida proporcional al cociente entre una magnitud, x (deslizamiento, intensidad o potencia eléctrica absorbidas), medida y su valor a plena carga, x_N :

$$P_{pu}(x) = \frac{P(x)}{P_N} \approx \frac{x}{x_N}$$

Este planteamiento evita la determinación del factor de proporcionalidad o, mejor dicho, el factor es la unidad.

La Fig. 5-1 que muestra las curvas de la variación con la potencia relativa de salida, $P_{pu} = P/P_N$, de la potencia eléctrica e intensidad absorbidas, el factor de potencia, el rendimiento, el deslizamiento, así como de las pérdidas, correspondientes a un motor de 7.5 kW.

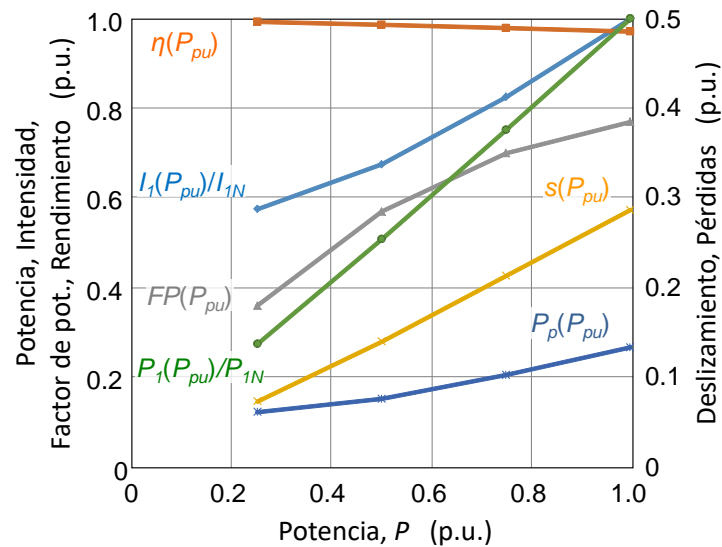


Figura 5-1. Variación con la potencia mecánica relativa, $P_{pu} = P/P_N$, de la potencia e intensidad absorbidas, el factor de potencia, el rendimiento, el deslizamiento y las pérdidas, correspondientes a un motor asíncrono o de inducción, tetrapolar, con rotor en jaula, de 7.5 kW, 400 V (D), 50 Hz, con clase de eficiencia IE 2.

Como puede verse en la Fig. 5-1, si se representan los puntos conocidos $(x, P(x))$ o $(x/x_N, P(x)/P_N)$ de las curvas de funcionamiento del motor, $P(x)$ - x , es fácil comprobar que la recta de regresión lineal:

$$P_{pu}(x) = \frac{P(x)}{P_N} \approx k_{x0} + k_{x1} \cdot \frac{x}{x_N}$$

conduce a una mejor estimación. La dificultad está en la determinación de los coeficientes de la recta, para lo que es necesario tener información de varios puntos de funcionamiento del motor (dos o más, que podrían obtenerse del catálogo del fabricante), mientras que los procedimientos anteriores (menos precisos) pueden usarse tan sólo con la información de la placa de características.

6 ENSAYOS Y RESULTADOS

En este trabajo se pretende crear una herramienta que permita una estimación lo más fiable posible de la Potencia útil de los motores a partir de una combinación de información y medidas que se pueden conocer en la práctica, con cierta facilidad y un mínimo nivel de intrusión, como pueden ser la información consignada en la placa de características del motor o la que ofrece el fabricante en sus catálogos, y la utilización de aparatos de medición básicos, como amperímetros, vatímetros o tacómetros. Para lograr lo antes expuesto se decide utilizar la herramienta de análisis de datos de Excel para crear modelos de regresión lineal y, de esta manera, responder a las siguientes cuestiones.

1. ¿Es posible estimar la potencia mecánica útil de un motor conociendo los datos de catálogo y pruebas de laboratorio?
2. ¿Qué magnitud de entrada (intensidad, potencia absorbida o deslizamiento) permite el mejor ajuste de las regresiones y, en consecuencia, la mejor estimación de la potencia mecánica útil?

Para el caso de estudio se analiza los motores de baja tensión de un catálogo de ABB de clase de eficiencia IE2 e IE3 que se presentan en los Anexos A y B. Para construir la base de datos se toman las hojas de ensayo disponibles para cada uno de estos y se realiza la conversión de los datos a valores en por unidad como se aprecia en el Anexo C. A partir de la creación de la base de datos se realizan regresiones del conjunto de muestras más general hasta el más específico con el afán de descubrir otros tipos de comportamiento que resulten interesantes en la tabla 6-1 se muestra un resumen de el conjunto de muestras

Tabla 6–1. Conjunto de muestras del estudio

Clase de eficiencia	Velocidad, N [rev/min]	Potencia Nominal, P [kW]	# Muestras
IE2	3000	Total	27
		$P \leq 10 \text{ kW}$	10
		$10 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$	10
		$P \geq 100 \text{ kW}$	7
	1500	Total	27
		$P \leq 10 \text{ kW}$	11
		$10 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$	9
		$P \geq 100 \text{ kW}$	7
	1000	Total	27
		$P \leq 10 \text{ kW}$	12
		$10 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$	10
		$P \geq 100 \text{ kW}$	5
IE3	3000	Total	18
		$P \leq 10 \text{ kW}$	1
		$10 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$	10
		$P \geq 100 \text{ kW}$	7
	1500	Total	18
		$P \leq 10 \text{ kW}$	1
		$10 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$	10
		$P \geq 100 \text{ kW}$	7
	1000	Total	16
		$P \leq 10 \text{ kW}$	1
		$10 \text{ kW} \leq P \leq 100 \text{ kW}$	10
		$P \geq 100 \text{ kW}$	5

En la práctica el peor caso que se puede dar es donde solo se disponga de una sola magnitud de entrada para estimar la potencia útil de salida, por lo que el estudio toma como base el mismo. Se analizan como variables de entrada la Potencia eléctrica absorbida, la Corriente absorbida y el Deslizamiento, ya que en la práctica son las más fáciles de obtener. A través de los ensayos se podrá evidenciar cual de estas es la que mejor explica el comportamiento de la potencia útil de un motor y en caso de que se pueda utilizar mas de una cual sería la mejor.

Las redes neuronales en Matlab se utilizan en nuestro caso para mejorar los peores casos del estudio de Excel y por último para crear un código Matlab que sea capaz de estimar la potencia útil de los motores para cada combinación de las variables explicativas consideradas.

A continuación, se mostrará brevemente como se realizan las regresiones en Excel, como se validarán los peores casos utilizando redes neuronales en Matlab y por ultimo las tablas explicativas con los resultados y comparaciones.

6.1 Regresiones en Excel

Existen dos formas de hacer una regresión lineal en Excel: mediante la representación de los datos en un gráfico de dispersión al que se añade la línea de tendencia (que muestra la ecuación de la recta de ajuste) o mediante las herramientas de análisis de Excel.

6.1.1 Método 1: Gráfica de dispersión

Si tomamos un conjunto de datos como el de la tabla 2.3 como ejemplo, en el que se muestra

Tabla 6–2. Muestreo de motores de 2 polos (3000 rev/min.) y clase de eficiencia IE2

Potencia Nominal, P [kW]	Potencia relativa, P/PN [%]	Par, T [Nm]	Voltage de línea [V]	Entrada		Salida		Intensidad en pu	Pot. Absorbida en pu	Deslizamiento	Pot. Útil pu
				I[A]	P1 [kW]	P2 [kW]	N, [rev/min]				
0.37	100	1.3	400.7	0.9	0.5	0.37	2807	1.00	1.35	0.064	1.00
	75	0.9	400.3	0.8	0.38	0.28	2844	0.89	1.03	0.052	0.76
	50	0.6	400.1	0.7	0.27	0.19	2901	0.78	0.73	0.033	0.51
	25	0.3	400.7	0.6	0.17	0.09	2950	0.67	0.46	0.017	0.24
0.55	100	1.9	400.4	1.3	0.71	0.55	2820	1.00	1.29	0.060	1.00
	75	1.4	440.4	1.1	0.54	0.41	2858	0.85	0.98	0.047	0.75
	50	0.9	400.5	1	0.38	0.28	2907	0.77	0.69	0.031	0.51
	25	0.5	401.6	0.9	0.23	0.14	2953	0.69	0.42	0.016	0.25
0.75	100	2.5	399.1	1.7	0.97	0.75	2830	1.00	1.29	0.057	1.00
	75	1.9	401.8	1.4	0.73	0.59	2868	0.82	0.97	0.044	0.79
	50	1.3	399.8	1.2	0.51	0.37	2915	0.71	0.68	0.028	0.49
	25	0.6	401.1	1.1	0.29	0.19	2957	0.65	0.39	0.014	0.25
1.1	100	3.7	400.8	2.4	1.38	1.1	2849	1.00	1.25	0.050	1.00
	75	2.8	398.1	2	1.03	0.83	2883	0.83	0.94	0.039	0.75
	50	1.8	398.9	1.6	0.71	0.55	2922	0.67	0.65	0.026	0.50
	25	0.9	400.8	1.4	0.4	0.28	2963	0.58	0.36	0.012	0.25
1.5	100	4.9	400.7	3.4	1.84	1.5	2890	1.03	1.23	0.037	1.00
	75	3.7	400.5	2.8	1.4	1.12	2914	0.85	0.93	0.029	0.75
	50	2.5	400.8	2.4	0.97	0.75	2944	0.73	0.65	0.019	0.50
	25	1.2	400	2.1	0.57	0.37	2973	0.64	0.38	0.009	0.25
2.2	100	7.2	400.8	4.5	2.62	2.2	2897	1.00	1.19	0.034	1.00
	75	5.4	399.6	3.6	1.97	1.65	2919	0.80	0.90	0.027	0.75
	50	3.6	401.7	2.9	1.34	1.1	2949	0.64	0.61	0.017	0.50
	25	1.8	400.4	2.4	0.74	0.55	2975	0.53	0.34	0.008	0.25
3	100	9.8	399.1	6.1	3.56	3	2919	1.02	1.19	0.027	1.00
	75	7.4	400.4	5	2.7	2.25	2934	0.83	0.90	0.022	0.75
	50	4.9	401.4	4	1.86	1.5	2956	0.67	0.62	0.015	0.50
	25	2.5	402	3.3	1.06	0.75	2977	0.55	0.35	0.008	0.25

En este caso se considera que la potencia útil, $P_{pu} = P/P_N$, es la variable independiente (Y) y el deslizamiento, s , la variable explicativa (X). Para representar el gráfico se seleccionan las columnas de potencia útil y deslizamiento. Hacemos clic en insertar y luego en graficas de dispersión, como se indica en la Fig. 6-1.

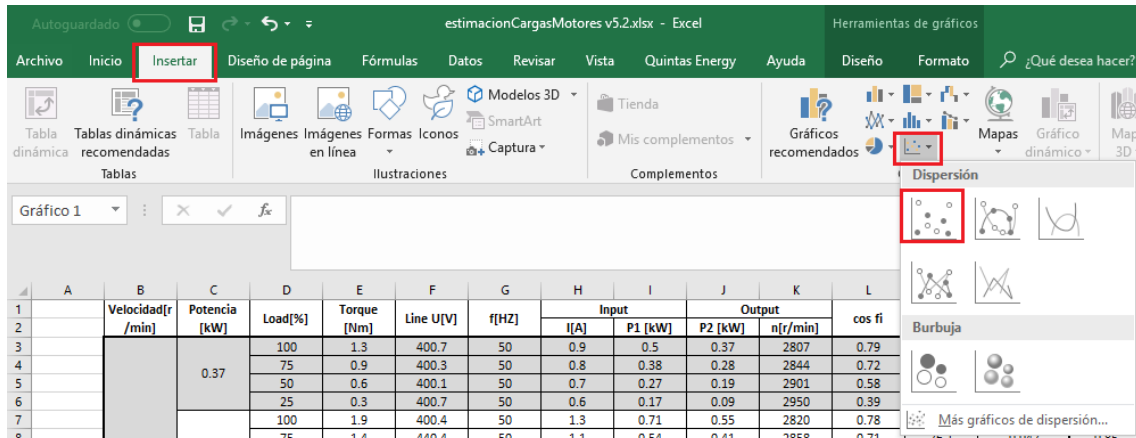


Figura 6-1 Menu graficos de dispersión para Excel

De ahí se obtiene la gráfica de dispersión Fig 6-2 donde el eje (X) es la magnitud de deslizamiento ' s ' y el eje (Y) la potencia mecánica útil. Para encontrar la ecuación de ajuste y coeficiente de determinación se hace clic derecho en cualquiera de los puntos y agregar línea de tendencia Fig 6-3. En el menú de línea de tendencia se elige lineal, presentar ecuación en el grafico y presentar el valor R^2 en el grafico como se muestra en la Fig 6-4. Por último, se obtiene la gráfica de dispersión la ecuación de ajuste y el valor del coeficiente de determinación Fig 6-5.

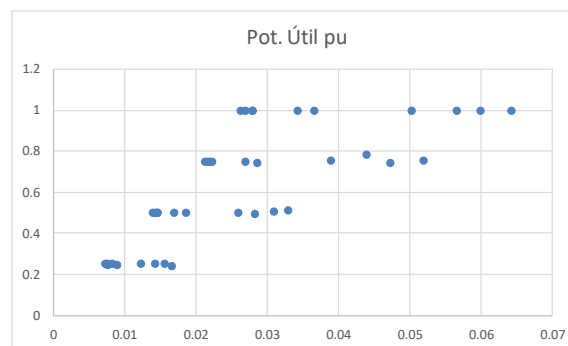


Figura 6-2 Grafica de dispersión

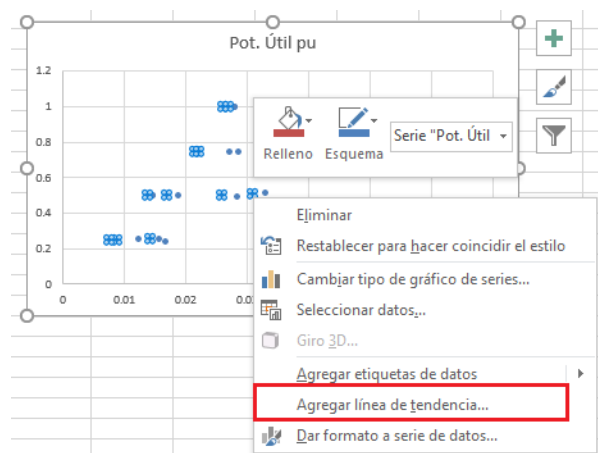


Figura 6-3 Opcion agregar linea de tendencia

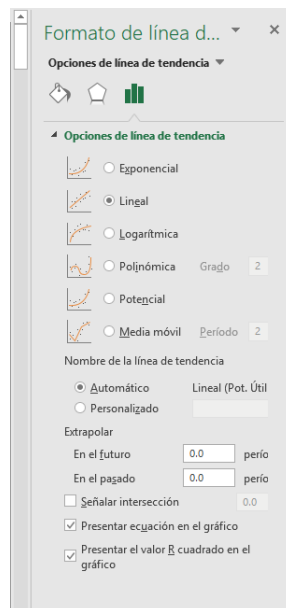


Figura 6-4 Menu linea de tendencia

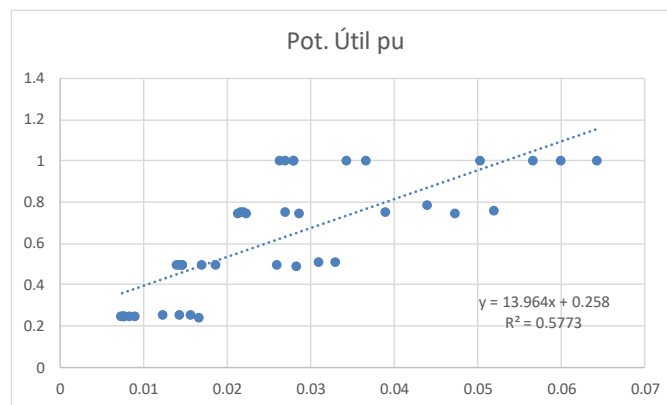


Figura 6-5 Grafica de dispersión con línea y ecuación de tendencia

En este caso, como puede verse en la Fig. 6-5, la recta de regresión lineal que mejor ajusta los datos de potencia y deslizamiento es:

$$P_{pu}(s) \approx 0.258 + 13.964 * s \quad (6.1)$$

Si nos fijamos en el valor de R^2 podemos ver que el deslizamiento explica alrededor de un 57% el comportamiento de la potencia mecánica útil por lo que no sería la mejor opción en caso de poder utilizar otras magnitudes conocidas. Esto se debe a la cantidad de puntos alejados de la línea de tendencia los cuales de manera grafica nos dan a entender que no existe mucha correlación entre el deslizamiento y la potencia mecánica útil.

Utilizando la ecuación (6.1) podemos tratar de estimar la potencia mecánica útil de manera sencilla solo se debe sustituir 's' por algún valor de la tabla 6-2 y resolver la ecuación, por ejemplo:

Si, $s = 0.064$

$$P_{pu}(s) \approx 0.258 + 13.964 * (0.064) \approx 1.15$$

El valor de la tabla 6-2 para $s = 0.064$ es $P_{pu} = 1$ por lo que la estimación se desvía en un 15% aproximadamente lo cual se explica por el valor bajo de R^2 .

Este método solo permite realizar regresiones lineales simples en el caso de que se desea utilizar dos o más variables conviene utilizar el método dos.

6.1.2 Método 2: herramienta de análisis de datos de Excel

En el menú de archivo hacemos clic en opciones Fig. 6-6. En el menú de opciones clic en complementos, luego ir a complementos de Excel Fig. 6-7 y se elige herramientas de análisis Fig. 6-8.



Figura 6-6 Menu archivo - opciones

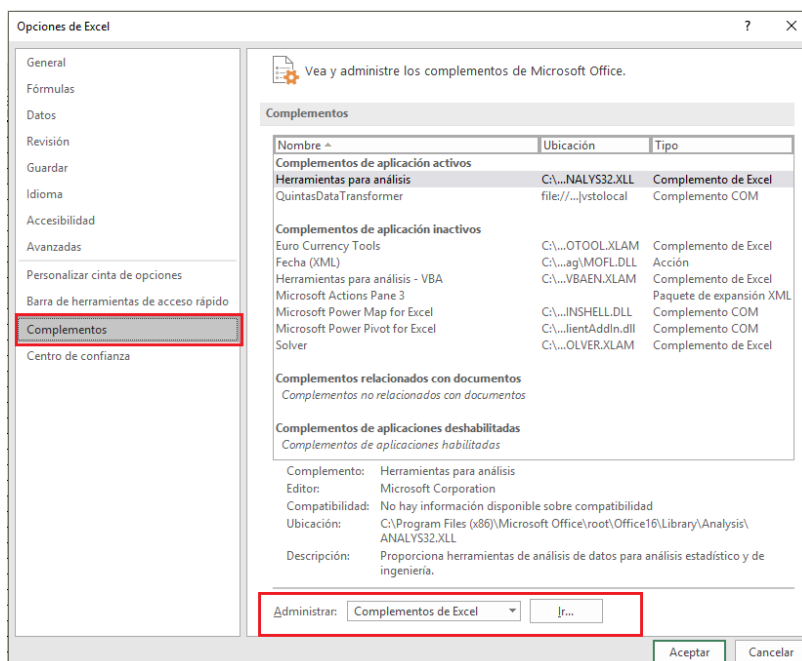


Figura 6-7 Menu opciones de Excel

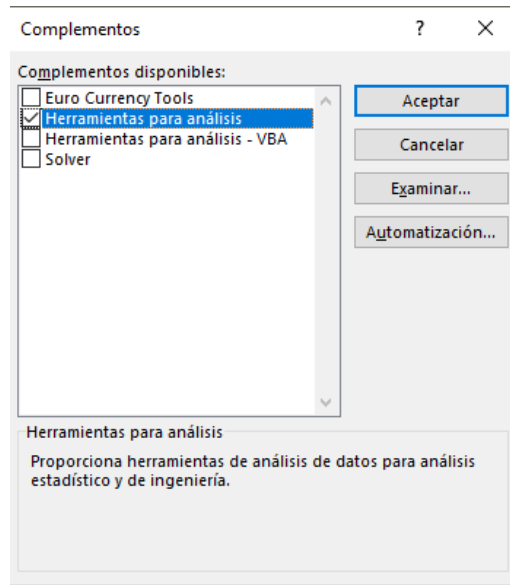


Figura 6-8 Menu complementos

A partir de aquí en la barra de menú clic en datos, luego análisis de datos y por último regresión Fig. 6-9.

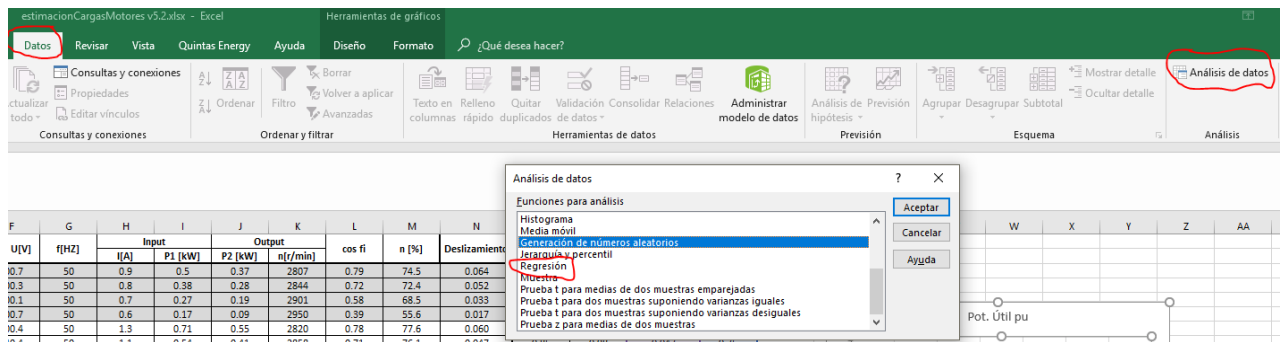


Figura 6-9 Menu análisis de datos

En el menú de regresión elegimos el rango con las columnas correspondientes como el método 1. Selecciona y nombrar la hoja donde se desean ver los resultados, seleccionar curva de regresión ajustada Fig. 6-10 y se obtiene los valores de R^2 , intercepción y coeficiente β_0 en la tabla 6-3 y la gráfica de dispersión con la recta de regresión como se ve en la Fig. 6-12.

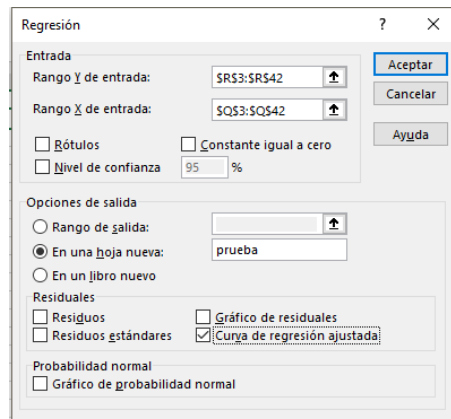


Figura 6-10 Menu regresion

Tabla 6-3. Tabla resumen regresión lineal simple

Resumen								
Estadísticas de la regresión								
Coefficiente de correlación múltiple	0.759820554							
Coefficiente de determinación R ²	0.577327275							
R ² ajustado	0.566204308							
Error típico	0.186642997							
Observaciones	40							
ANÁLISIS DE VARIANZA								
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F			
Regresión	1	1.808109999	1.808109999	51.90407407	1.30296E-08			
Residuos	38	1.32375312	0.034835608					
Total	39	3.131863119						
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%
Intercepción	0.257961188	0.059041992	4.369113874	9.30963E-05	0.138436923	0.37748545	0.13843692	0.37748545
Variable X 1	13.96408365	1.938258592	7.204448214	1.30296E-08	10.04028427	17.887883	10.0402843	17.887883

Figura 6-11 Tabla resumen regresion

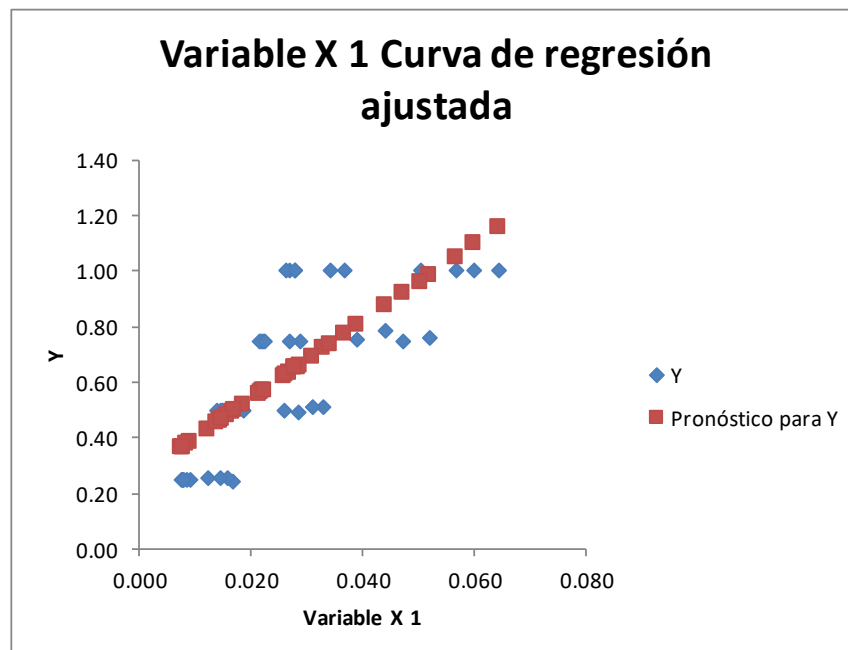


Figura 6-12 Curva de regresión ajustada

Donde:

$$R^2 = 0.5773$$

$$Y = \text{intercepción} + \text{variable } X1 * X$$

$$Y = 0.2579 + 13.964X$$

$$P_{pu}(s) \approx 0.258 + 13.964 * s \quad (6.2).$$

Como se observa la ecuación (6.2) tiene los mismos valores que la (6.1). por lo que ambos métodos son validos para el análisis de regresiones simple en Excel. A diferencia del método 1 en este método es posible elegir mas de una variable de explicativa (X) con solo seleccionar el rango como en la Fig 6-10. Lo que resultaría en una nueva tabla 6-4

Tabla 6-4. Tabla resumen regresión lineal múltiple

Resumen									
Estadísticas de la regresión									
Coefficiente de correlación múltiple	0,999808894								
Coefficiente de determinación R ²	0,999617825								
R ² ajustado	0,999587251								
Error típico	0,005782759								
Observaciones	28								
ANÁLISIS DE VARIANZA									
	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Promedio de los cuadrados	F	Valor crítico de F				
Regresión	2	2,186663993	1,093331996	32695,04408	1,89791E-43				
Residuos	25	0,000836007	3,34403E-05						
Total	27	2,1875							
	Coefficientes	Error típico	Estadístico t	Probabilidad	Inferior 95%	Superior 95%	Inferior 95.0%	Superior 95.0%	
Intercepción	-0,015040241	0,002759611	-5,450130226	1,16835E-05	-0,020723767	-0,009356715	-0,020723767	-0,009356715	
Variable X 1	1,016955587	0,015817612	64,29261241	2,73734E-29	0,984378606	1,049532569	0,984378606	1,049532569	
Variable X 2	-6,976576529	2,422032018	-2,880464204	0,008031568	-11,96484485	-1,988308212	-11,96484485	-1,988308212	

Donde:

$$R^2 = 0.99$$

$$Y = \text{intercepción} + \text{variable X1} * X1 + \text{variable X2} * X2$$

$$Y = -0.0150 + 1.0169 * X1 - 6.9765 * X2$$

Siendo:

X1 = Potencia Absorbida

X2= deslizamiento

Entonces se obtiene:

$$P_{pu}(Pabs_{pu}, s) \approx -0.0150 + 1.0169 \cdot Pabs_{pu} - 6.9765 \cdot s \quad (6.3)$$

De nuevo si se toma la ecuación (6.3) y se sustituyen valores de la tabla 6-2 para la potencia absorbida y el deslizamiento, por ejemplo:

$$Pabs_{pu} = 1.35 \text{ y } s = 0.064$$

Se obtiene

$$P_{pu}(Pabs_{pu}, s) \approx -0.0150 + 1.0169 * (1.35) - 6.9765 * (0.064) \approx 0.91$$

El valor de la tabla 6-2 $Pabs_{pu} = 1.35$ y $s = 0.064$ es $P_{pu} = 1$ por lo que la estimación se desvía en un -8% aproximadamente lo cual se explica por el valor alto de R^2 de la misma manera se evidencia como al utilizar dos magnitudes se obtienen mejores ajustes que con solo una.

6.2 Regresiones con redes neuronales en Matlab

Para el caso de las redes neuronales en Matlab lo primero que debemos hacer es construir nuestras matrices de entrada y salida. De esta manera si se toma un set de datos cualquiera como por ejemplo el de la tabla 6-2⁸ y lo reescribimos de la forma que se indica en la tabla 6.5 colocando como entradas los valores de la magnitud que se va a utilizar como variable explicativa y la salida su respectivo valor asociado de potencia mecánica útil. Estos valores se trasponen de tal forma que crean una matriz capaz de ser manipulada en Matlab

Tabla 6–5. Tabla datos de entrada modelado de red en Matlab

INPUTS:											
Intensidad en pu	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	1,00	0,88	0,88	1,00	0,91	0,82
OUTPUTS:											
Potencia útil en por unidad pu (valor real)	1,00	0,78	0,50	0,28	1,00	0,76	0,48	0,24	1,00	0,76	0,51

Luego en Matlab utilizamos las siguientes líneas de código:

1. Crear la matriz [a] de tamaño (filas con valores numéricos*columnas con valores numéricos) leyendo de la tabla de excel de la figura anterior todos los datos. En el caso específico de este ejemplo sería (3*11). En el código (6.4) se especifica el número 2 porque es la hoja donde se encuentran los datos.

```
[a] = xlsread('datos_Putil(Ipu)_1000rpm_Ie2.xlsx',2);
```

 (6.4)

2. Una vez creada la matriz [a] se procede a definir la matriz de entrada tomando solo los datos de la fila 1 y la matriz de salida tomando solo los datos de la fila 3

```
input = a(1,:);
```

 (6.5)

```
output = a(3,:);
```

 (6.6)

A partir de aquí se puede comenzar a trabajar en las regresiones utilizando la herramienta de Matlab siguiendo los siguientes pasos:

- Se hace clic en aplicaciones
- Situarse sobre matemáticas, estadísticas y optimización
- Hacer clic en red neuronal de ajuste la cual es una RNA de dos capas de alimentación hacia adelante Fig. 6-13
- Aparece la pantalla de la Fig. 6-14, hacer clic en siguiente,
- Elegir las matrices de entrada (input) definida en el código (6.5) y salida (output) definida en el código (6.6). Hacer clic en siguiente Fig 6-15.

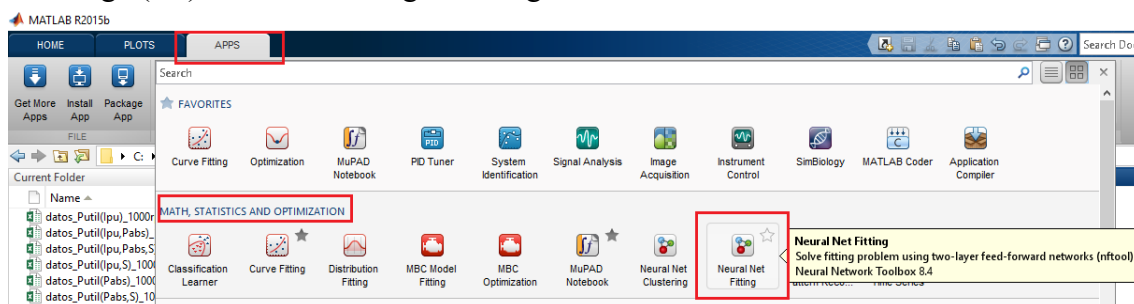


Figura 6-13 Menu aplicaciones de Matlab

⁸ Anexo C

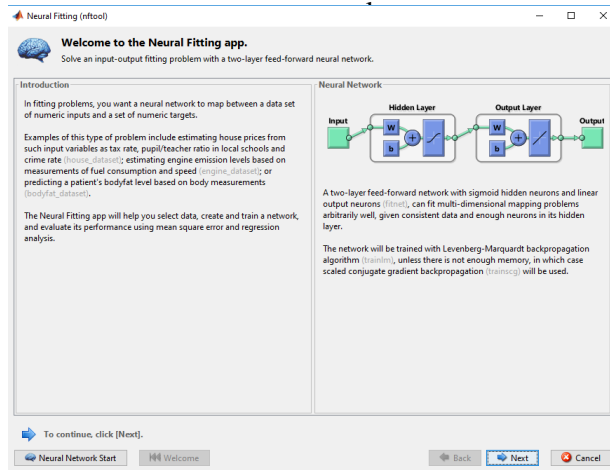


Figura 6-14 Menu red neuronal de ajuste

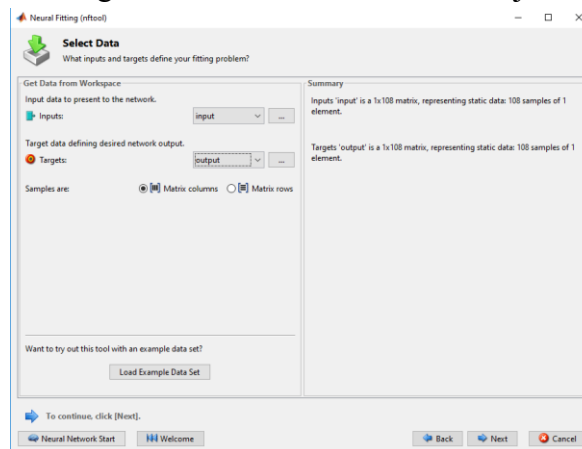


Figura 6-15 Menu seleccionar datos red neuronal de ajuste

En la pantalla de validación y data de prueba Fig. 6-16 se puede ver los porcentajes de los datos de entrada que se utilizarán para el entrenamiento, la validación y las pruebas. En el estudio no se alteran estos datos, pero cada uno los coloca como lo desee. Luego tenemos la pantalla de arquitectura de la red Fig 6-17 aquí elegimos del número de neuronas con las que trabajara la red en la practica se utiliza la formula $\# \text{neuronas} = \sqrt{(\text{variables de entrada})}$; en el caso del ejemplo de la tabla 6-5 es solo una variable la intensidad por lo que el número de neuronas será 1. Una vez definido el número de neuronas pasamos al entrenamiento Fig. 6-18 como se menciona en el apartado 4.6 solo se puede elegir entre tres algoritmos en el caso del ejemplo se elige *Bayesian regularization*.

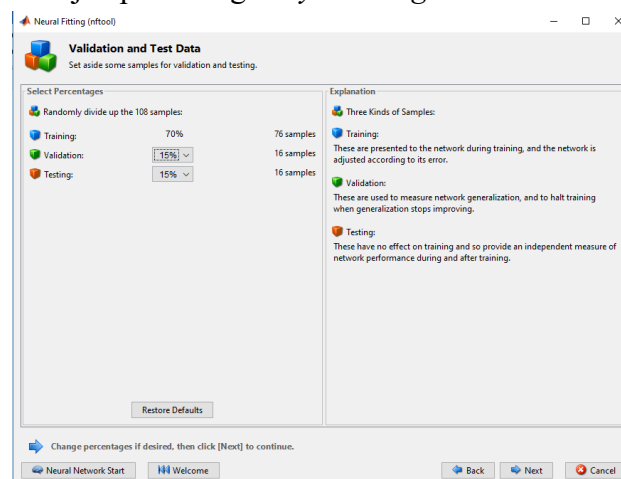


Figura 6-16 Menu validación y data de prueba

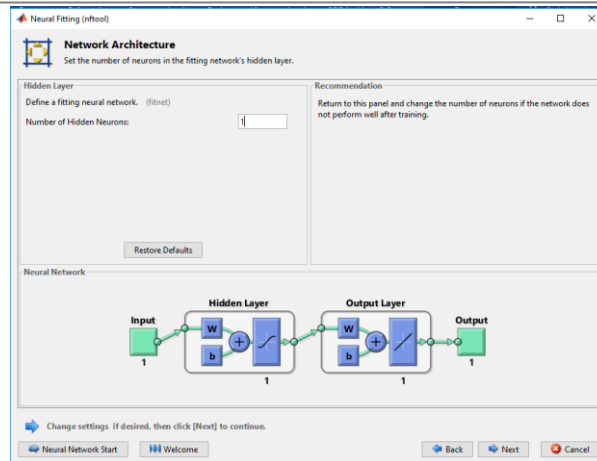


Figura 6-17 Menu arquitectura de red

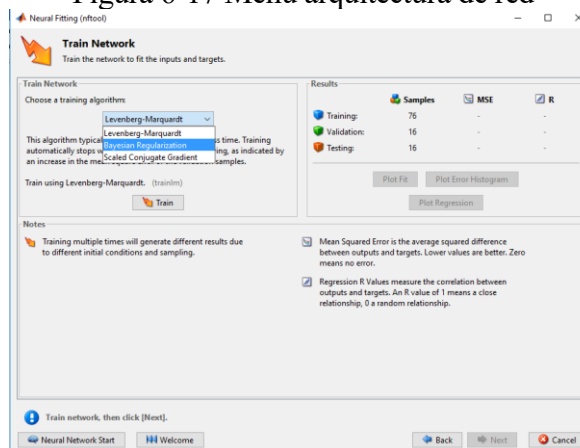


Figura 6-18 Menu entrenamiento de red

Entrenamos la red y podemos ver los valores de la media de los errores entre entrada y salida, concretamente, el error cuadrático medio o *mean squared error* (MSE), así como el valor del coeficiente de determinación R^2 Fig. 6-19. En la Fig. 6-20 se ve mas a fondo la estructura de la red y el numero de iteraciones que le toma al algoritmo para alcanzar valores satisfactorios. En la Fig. 6-19 se puede obtener tres graficas las cuales son grafica del ajuste, historico de errores y regresion. La Fig 6-21 muestra las tres curvas ajustadas de regresion creadas por Matlab .Si la regresion presenta valores satisfactorios procedemos a la siguiente pantalla Fig. 6-22 donde se tiene la opcion de reentrenar la red (ojo este paso arroja distintos resultados en cada ocasion), ajustar el tamaño de la red (#neuronas) o elegir un set de datos mas grande.

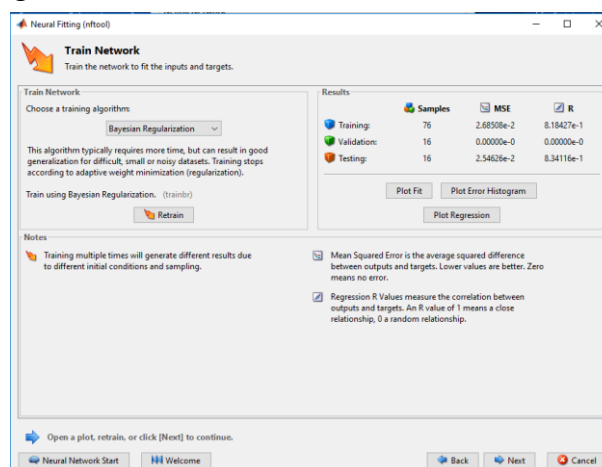


Figura 6-19 Resultados algoritmo de entrenamiento

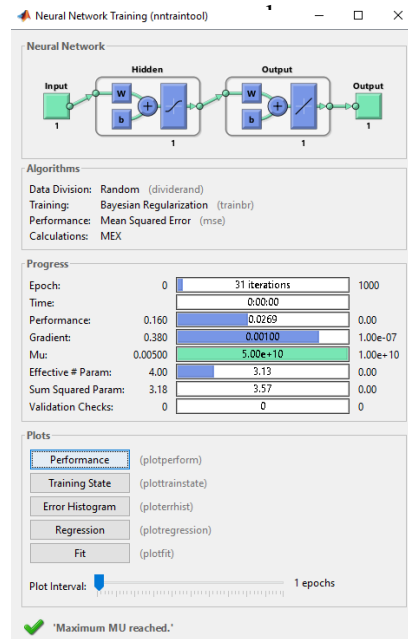


Figura 6-20 Detalles del entrenamiento

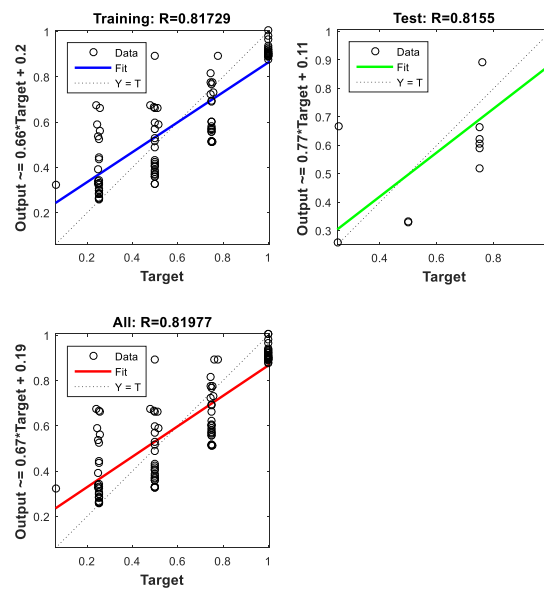


Figura 6-21 Curvas de regresión ajustadas (entrenamiento, prueba y set total)

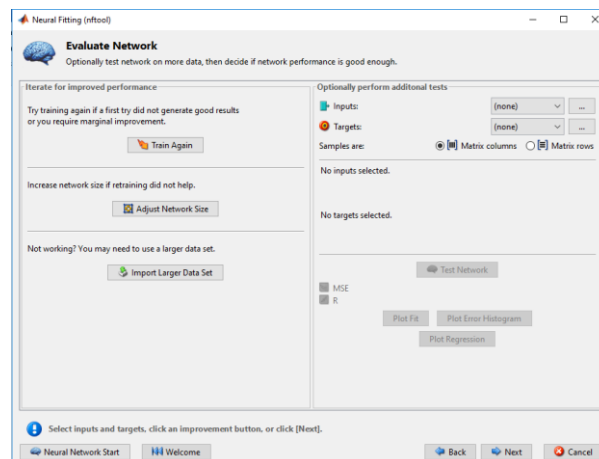


Figura 6-22 Menu reevaluar la red

Con un ajuste satisfactorio se procede a la última pantalla Fig. 6-23 donde Matlab permite crear una función de la red neuronal para su posterior aplicación. Para los ensayos se selecciono *matrix only function* y se obtiene un código como se ve en la Fig 6-24⁹, el cual se puede validar con la siguiente línea de código.

`Putil = RNN_Ipu(input);`

Donde:

`Putil` = matriz de salida de tamaño (1* número de entradas) de la potencia mecanica útil que deseamos estimar

`RNN_Ipu`: es la función creada por Matlab

`Input`: es la matriz de entrada creada en el código (6.5)

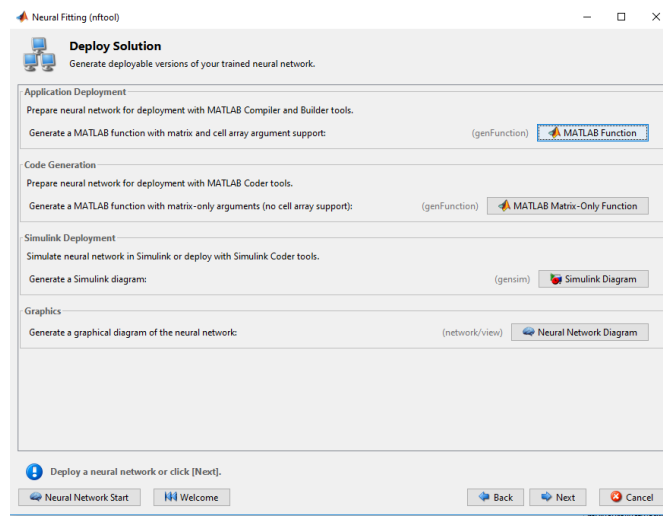


Figura 6-23 Menu generar código Matlab de la red

```

Editor - C:\Users\LENOVO\Desktop\TFM 2018\Redes neuronales input_otput dat cases\v5.2\worst cases\RNN_ipu.m
RNN_ipu.m  x  +
1  function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
2  %MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
3  %
4  % Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018 11:33:11
5  %
6  % [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
7  %   x = 1xQ matrix, input #1
8  % and returns:
9  %   y = 1xQ matrix, output #1
10 % where Q is the number of samples.
11
12 %ok<RPMTO>
13
14 % ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====
15
16 % Input 1
17 x1_step1_xoffset = 0.570552147239264;
18 x1_step1_gain = 4.03132728771641;
19 x1_step1_ymin = -1;
20
21 % Layer 1
22 b1 = 0.60469036481612637;
23 IW1_1 = -1.2159655748257148;
24
25 % Layer 2
26 b2 = 0.24368919166727299;
27 LW2_1 = -1.2634974555799592;

```

Figura 6-24 Código de red neuronal generado por Matlab

⁹ Anexo E

6.3 Resultados

En este capítulo se presentan los resultados de los 4 casos de estudios para los cuales se realizaron las regresiones lineales. Se parte del conjunto de muestras general y se van subdividiendo según clase de eficiencia, velocidad, y rango de potencia nominal. En cada caso se comparan los coeficientes de determinación para determinar cual es el mejor ajuste. La subdivisión del conjunto de muestras generales se hace con el fin de identificar qué conjunto de datos es el que afecta más de manera negativa los resultados. Para los casos de estudio se realizan 7 regresiones líneas correspondientes a las estimaciones de la potencia mecánica útil. Las regresiones se dividen en 3 simples y 4 múltiples como se detallan a continuación:

- Regresiones simples
 1. $P_{pu}(s) = \beta_0 + \beta_1 s$
 2. $P_{pu}(I) = \beta_0 + \beta_1 I$
 3. $P_{pu}(P_{abs}) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs}$
- Regresiones múltiples
 1. $P_{pu}(I, s) = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 s$
 2. $P_{pu}(P_{abs}, s) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs} + \beta_2 s$
 3. $P_{pu}(P_{abs}, I) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs} + \beta_2 I$
 4. $P_{pu}(P_{abs}, I, s) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs} + \beta_2 I + \beta_3 s$

A continuación, se presentan los casos y resultados obtenidos.

6.3.1 Grupo general de motores

Se toma la muestra total de los 133 motores de los cuales se pudieron hallar hojas de prueba y se realizan las anteriormente mencionadas regresiones. En este caso en particular se observa como el deslizamiento es la magnitud menos apropiada si se desea estimar la potencia mecánica útil, ya que, presenta el menor valor de coeficiente de determinación, R^2 en la tabla 6-6. Cabe destacar que la magnitud del deslizamiento es la que conduce al mayor error cuadrático medio y además es donde se permiten tolerancias de hasta un 20% de el valor nominal como se ve en la tabla 5-1. A partir de la comparación de ajustes se puede observar que cuantas más magnitudes conocidas se agregan mejor es el ajuste apreciándose una gran mejoría de una magnitud a dos y no tanto cuando se agregan tres magnitudes.

Un punto importante que se evidencia en las comparaciones es como el uso de magnitudes no adecuadas afecta el ajuste de las regresiones por ejemplo el coeficiente de determinación de $P_{pu}(I, s)$ es menor que $P_{pu}(P_{abs})$ esto se debe a que la poca correlación entre el deslizamiento y la potencia mecánica útil hacen que este afecte manera negativa las regresiones donde se utilice esta variable. Entonces porque el coeficiente de determinación de $P_{pu}(P_{abs}, s)$ no se ve tan afectado como el $P_{pu}(I, s)$, esto se debe a que la correlación entre potencia absorbida y potencia mecánica útil es mucho mayor que la de la intensidad y potencia mecánica útil.

Tabla 6–6. Coeficiente de determinación del conjunto general de motores

Clase	Coeficiente de determinación R^2						
	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
All	0,97085	0,96820	0,89851	0,81796	0,89846	0,80679	0,17475

A continuación, se presentan las curvas de regresión ajustada para los casos de las regresiones simples los cuales se obtienen fácilmente en Excel mediante el grafico de dispersion como se explica en el apartado 6.1 de este estudio.

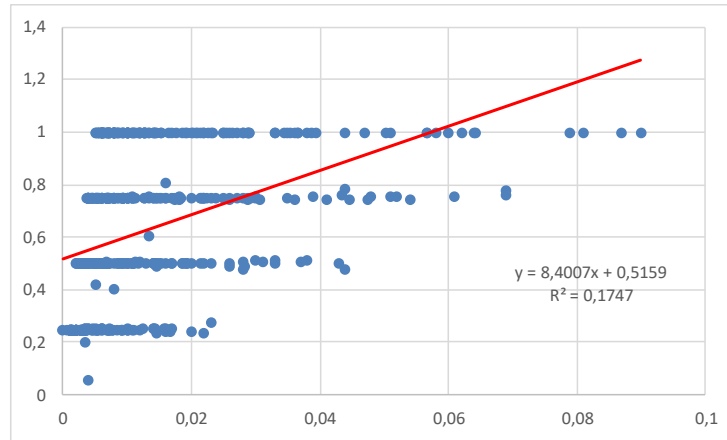


Figura 6-25 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

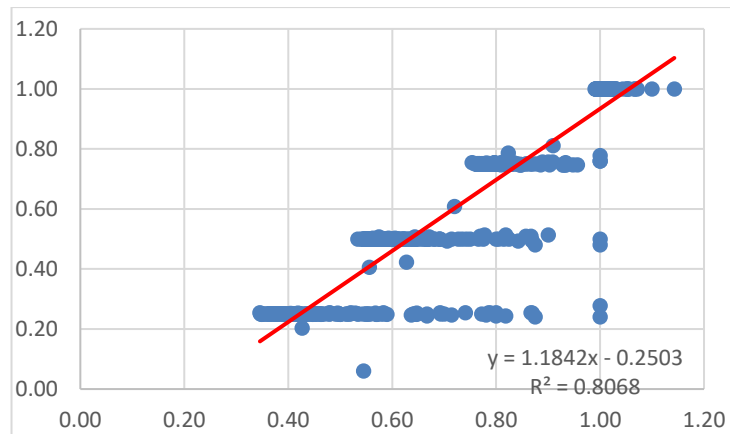


Figura 6-26 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

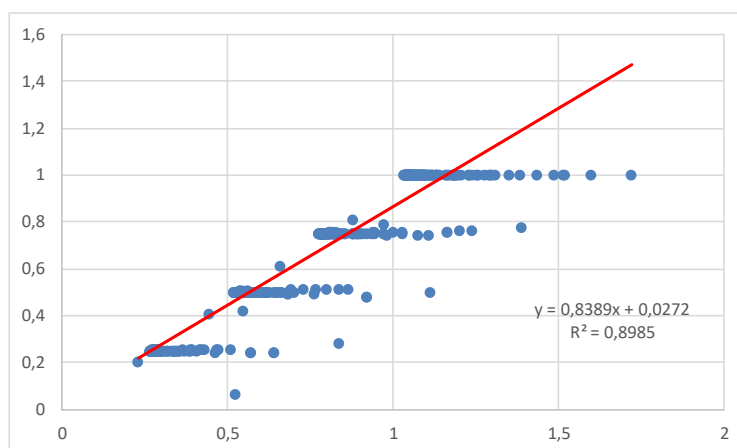


Figura 6-27 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

De las Fig 25-27 se puede observar como la potencia absorbida es la que presenta la menor cantidad de puntos alejados de la línea de tendencia y por tanto el valor de coeficiente de correlación mas alto. Sustituyendo β_0 y β_1 en sus respectivas ecuaciones de estimación de la potencia mecánica útil se obtienen las siguientes ecuaciones:

$$P_{pu}(s) = 0.5159 + 8.4047 * s; R^2 = 0.1747$$

$$P_{pu}(I) = -0.2503 + 1.1842 * I; R^2 = 0.8068$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = 0.0272 + 0.8389 * P_{abs}; R^2 = 0.8995$$

Para el caso de las regresiones múltiples debido a que Excel no genera una curva de regresión de tres dimensiones se obtienen curvas de regresiones una para cada variable y además una tabla resumen con los coeficientes de la formula de estimación y el valor del coeficiente de determinación R^2 .

6.3.1.1 Analisis $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Tabla 6-7. Resumen $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0.96820471
Coeficientes	
Intercepción	-0.02583411
Variable X 1	1.03996092
Variable X 2	-7.00155487

De la tabla 6-7 se obtiene la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs} + \beta_2 s \quad (6.4)$$

Donde β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0258 + 1.0399 * P_{abs} - 7.0015 * s; R^2 = 0.9682$$

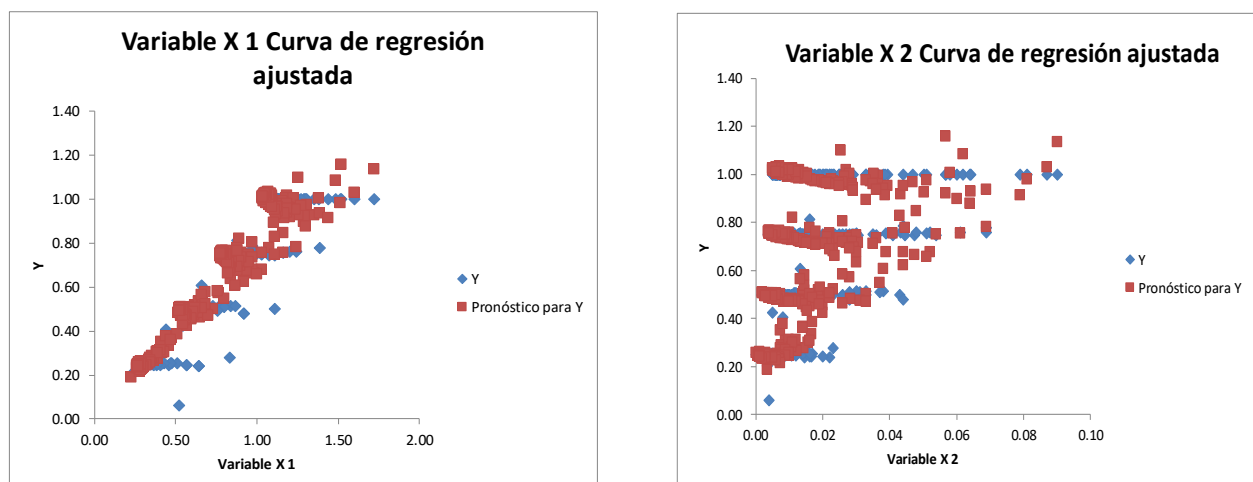


Figura 6-28 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(P_{abs}, s)$. $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

En la Fig. 6-28 se observa como la curva correspondiente a la magnitud del deslizamiento presenta menor correlación que la grafica de la potencia absorbida.

6.3.1.2 Analisis $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Tabla 6–8. Resumen $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.898506336
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.018940363
Variable X 1	0.028694957
Variable X 2	0.820651443

De la tabla 6-8 se obtiene la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs} + \beta_2 I \quad (6.5)$$

Donde β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0189 + 0.8206 * P_{abs} + 0.0286 * I; R^2 = 0.8985$$

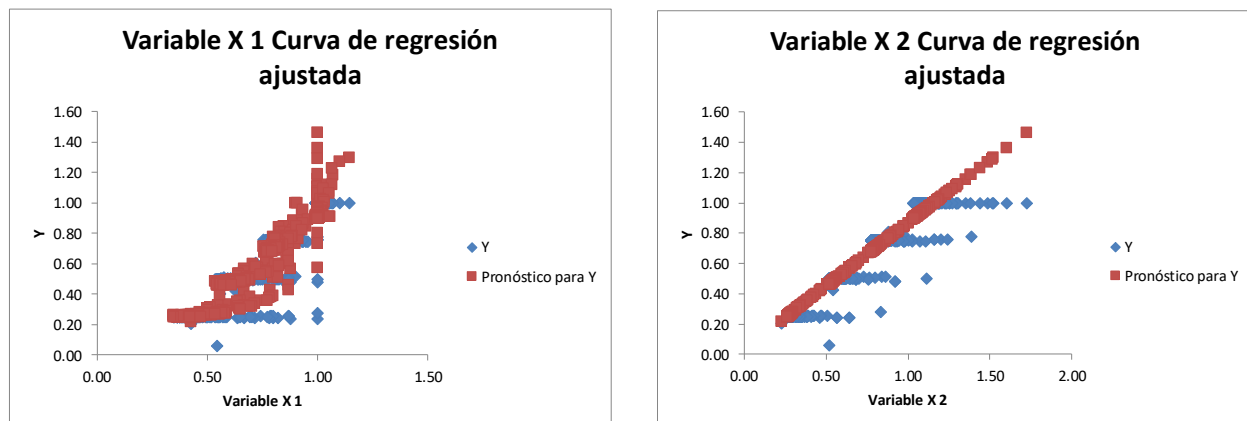


Figura 6-29 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(P_{abs}, I)$. $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

En la Fig. 6-29 se observa como la combinación de las magnitudes intensidad y potencia absorbida hacen que la curva X2 sea aun más lineal que la X1 en la Fig 6-28 siendo ambas expresiones de la misma magnitud.

6.3.1.3 Analisis $P_{pu}(I, s)$

Tabla 6–9. Resumen $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.81796263
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.28727782
Variable X 1	-2.57012219
Variable X 2	1.27909498

De la tabla 6-9 se obtiene la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = \beta_0 + \beta_1 I + \beta_2 s \quad (6.6)$$

Donde β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2872 + 1.2790 * I - 2.5701 * s; R^2 = 0.8179$$

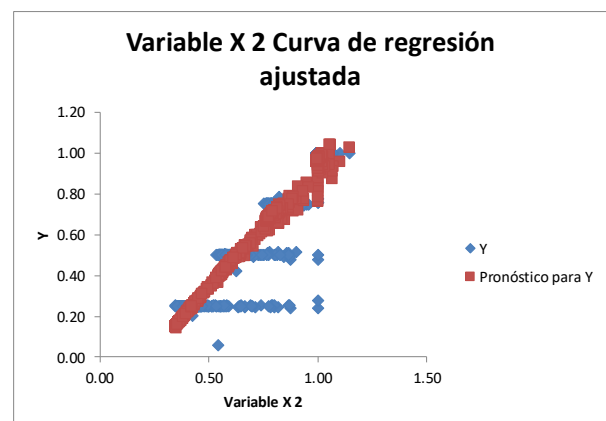
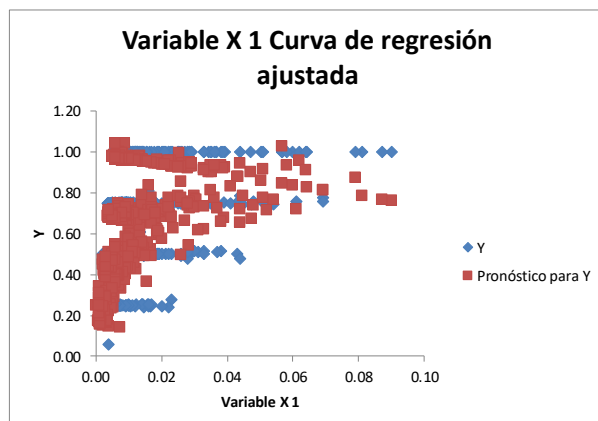


Figura 6-30 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(I, s)$. $X1 = (s)$; $X2 = (I)$

En la Fig.6-30 vemos un comportamiento parecido al de la Fig. 6-28 de esta manera se evidencia que el deslizamiento afecta con mayor fuerza a la potencia absorbida que a la intensidad ya que la curva X2 correspondiente a la intensidad de la Fig 6-30 esta menos esparcida que la curva X1 correspondiente a la potencia absorbida de la Fig 6-28.

6.3.1.4 Analisis $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Tabla 6-10. Resumen $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.97085336
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.03292846
Variable X 1	-0.21283121
Variable X 2	1.18370806
Variable X 3	-7.30505249

De la tabla 6-10 se obtiene la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = \beta_0 + \beta_1 P_{abs} + \beta_2 I + \beta_3 s \quad (6.7)$$

Donde β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1 y β_3 = variable X3. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0329 + 1.1837 * P_{abs} - 0.2128 * I - 7.3050 * s; R^2 = 0.9708$$

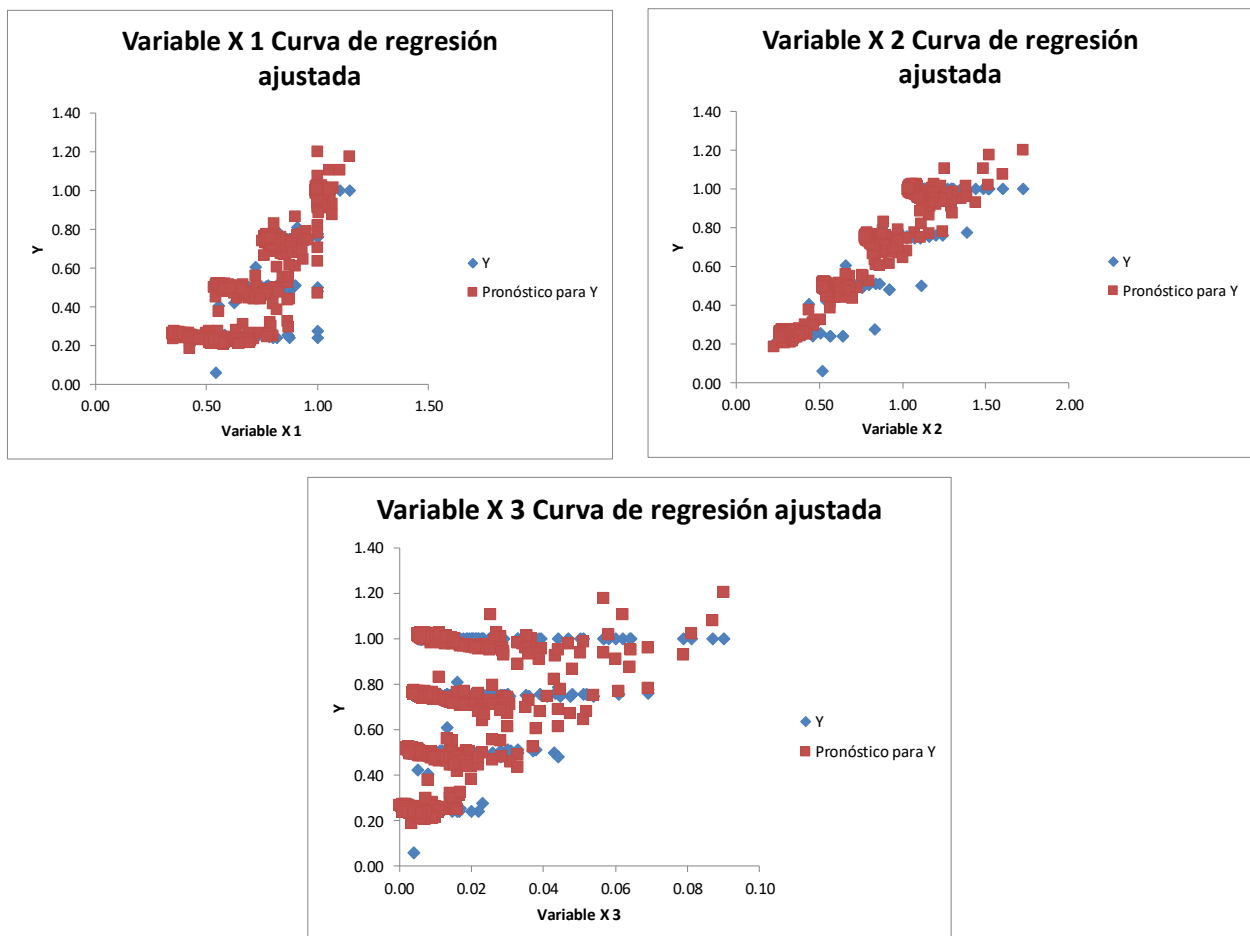


Figura 6-31 Curva de regresión ajustada $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

En la Fig.6-31 se observa como de la combinación de las tres magnitudes la curva X2 correspondiente a la potencia absorbida es la que permanece gráficamente menos esparcida; lo cual da validez a los resultados de la tabla 6-6 del resumen de los coeficientes de correlación donde a nivel individual de magnitudes es la que mayor coeficiente posee.

6.3.2 Motores clasificados por clase de eficiencia

En este caso se divide la muestra de los motores en dos por tipo de eficiencia teniendo 81 muestras para IE2 y 52 para IE3. Como se observa en la tabla 6-11 la clase de eficiencia IE2 es donde se presentan los valores mas bajos del coeficiente de relación debido a que es mas oído el margen de errores para las medidas.

Tabla 6–11. Coeficiente de determinación motores por clase de eficiencia

Coeficiente de determinación R^2							
Clase	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
IE2	0,95578	0,95150	0,86770	0,74444	0,86768	0,73933	0,21848
IE3	0,99870	0,99868	0,99682	0,97473	0,99682	0,97471	0,37866

A continuación, se presentan las curvas de regresión ajustada para los casos de las regresiones simples.

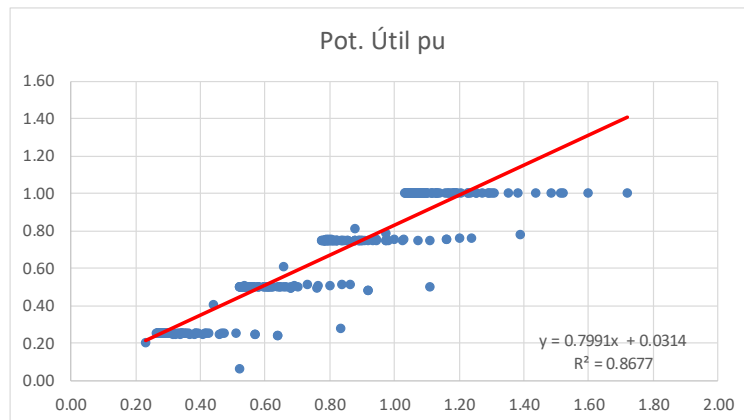


Figura 6-32 Curva de regresión ajustada IE2, $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

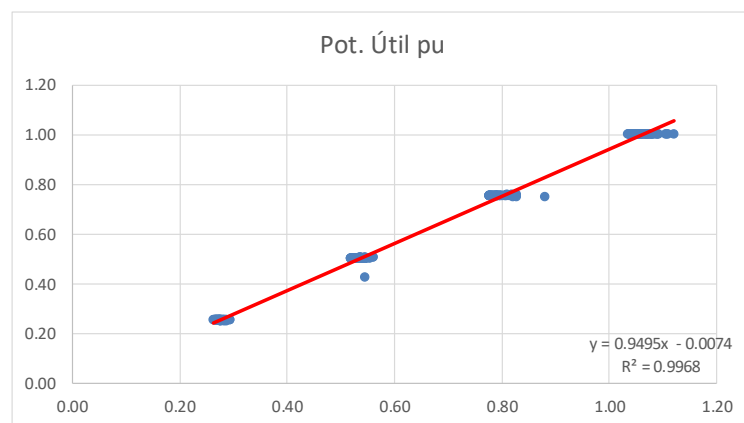


Figura 6-33 Curva de regresión ajustada IE3, $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

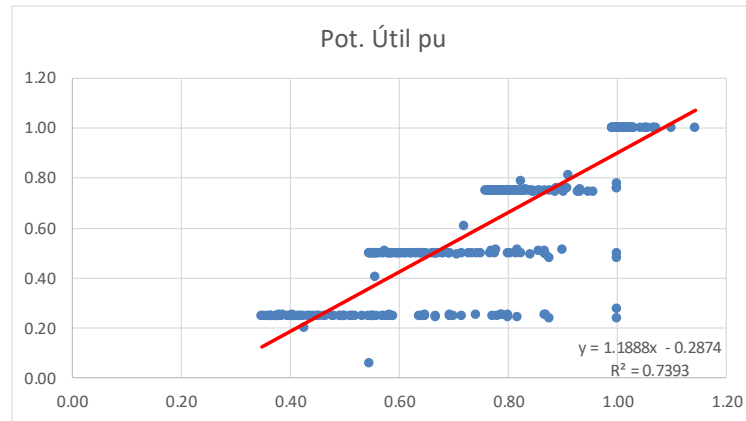


Figura 6-34 Curva de regresión ajustada IE2, $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

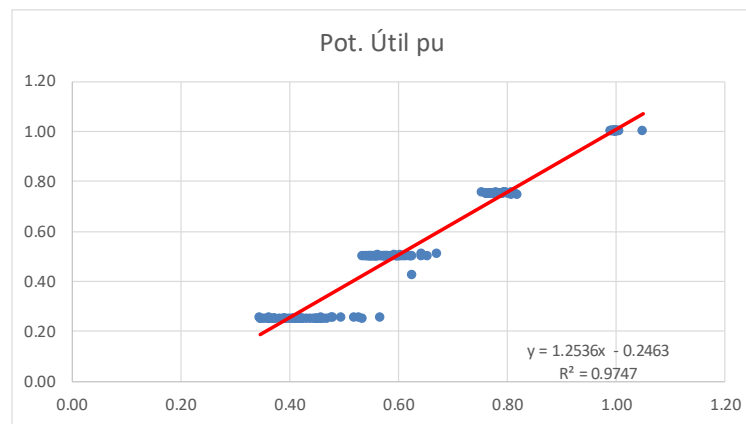


Figura 6-35 Curva de regresión ajustada IE3, $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

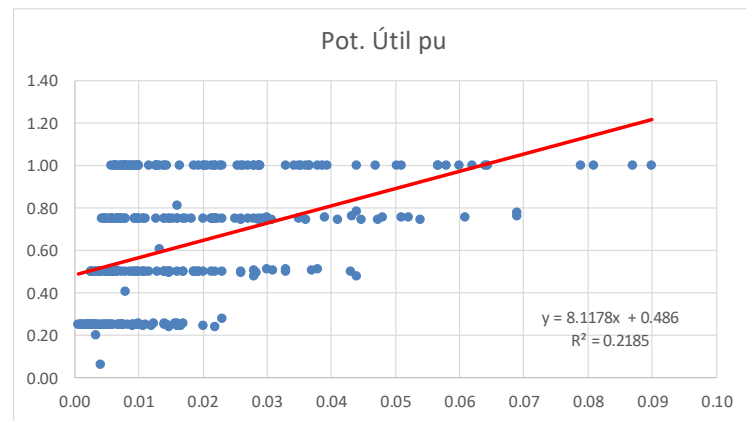


Figura 6-36 Curva de regresión ajustada IE2, $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

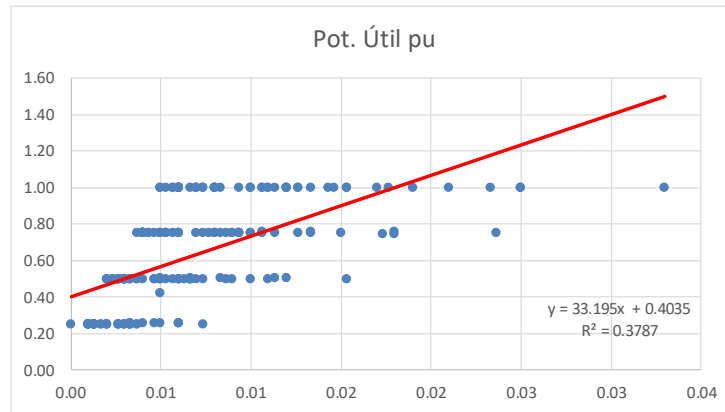


Figura 6-37 Curva de regresión ajustada IE3, $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

De las Fig 32-37 se puede observar como las curvas de regresiones para la eficiencia IE3 son las que presenta la menor cantidad de puntos alejados de la línea de tendencia y por tanto el valor de coeficiente de correlación mas alto. Sustituyendo β_0 y β_1 en sus respectivas ecuaciones de estimación de la potencia mecánica útil se obtienen las siguientes ecuaciones:

- IE2

$$P_{pu}(s) = 0.486 + 8.1178 * s; R^2 = 0.2185$$

$$P_{pu}(I) = -0.2874 + 1.1888 * I; R^2 = 0.7393$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = 0.0314 + 0.7991 * P_{abs}; R^2 = 0.8677$$

- IE3

$$P_{pu}(s) = 0.4035 + 33.195 * s; R^2 = 0.3787$$

$$P_{pu}(I) = -0.2463 + 1.2536 * I; R^2 = 0.9747$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0074 + 0.9495 * P_{abs}; R^2 = 0.9968$$

6.3.2.1 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, s)$

 Tabla 6-12. Resumen IE2 $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.9514971
	<i>Coeficientes</i>
Intercepción	-0.03669111
Variable X 1	1.05534519
Variable X 2	-7.22462346

De la tabla 6-12 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0366 + 1.0553 * P_{abs} - 7.2246 * s; R^2 = 0.9514$$

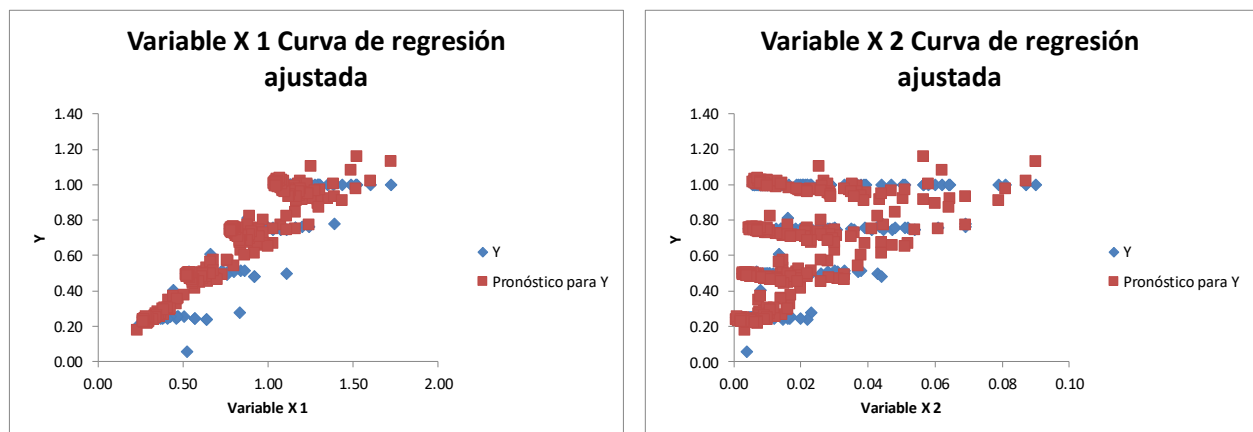

 Figura 6-38 Curva de regresión ajustada IE2 $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6–13. Resumen IE3 $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99868227
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.0102673
Variable X 1	0.98457576
Variable X 2	-3.06444482

De la tabla 6-13 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0102 + 0.9845 * P_{abs} - 3.0644 * s; R^2 = 0.9986$$

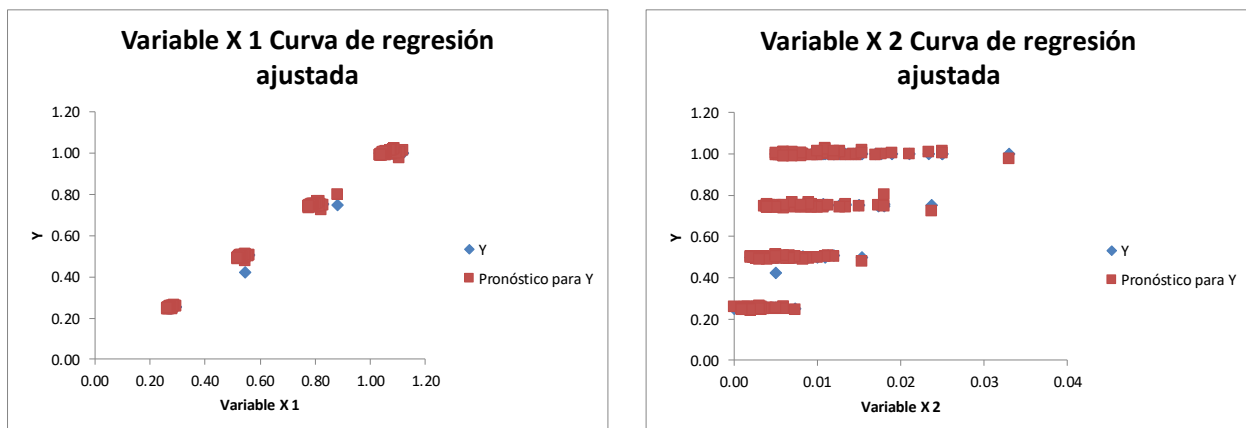


Figura 6-39 Curva de regresión ajustada IE3 $P_{pu}(P_{abs}, s)$. $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

6.3.2.2 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, I)$

 Tabla 6-14. Resumen IE2 $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.86770295
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0.03679268
Variable X 1	-0.01583413
Variable X 2	0.8081783

De la tabla 6-14 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0367 + 0.8081 * P_{abs} - 0.0158 * I; R^2 = 0.8677$$

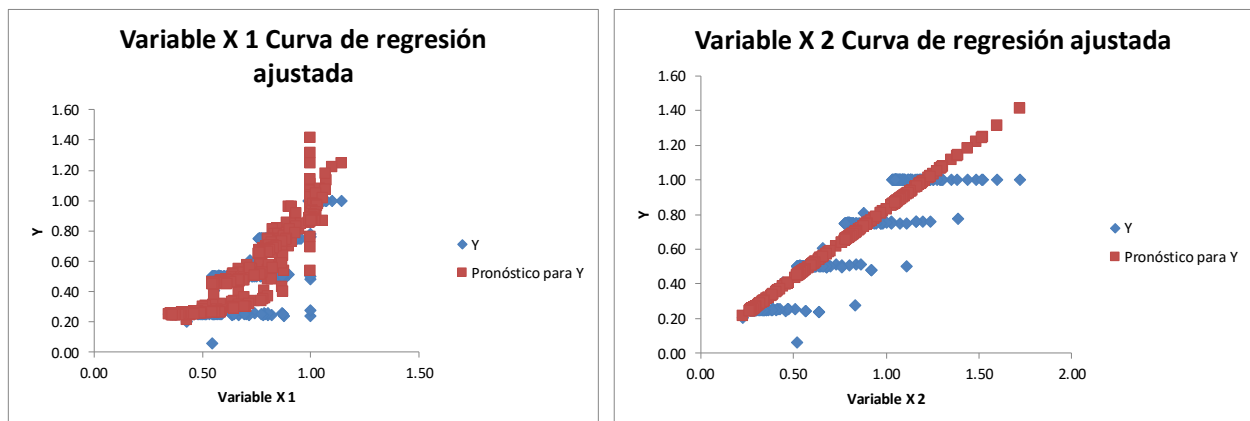
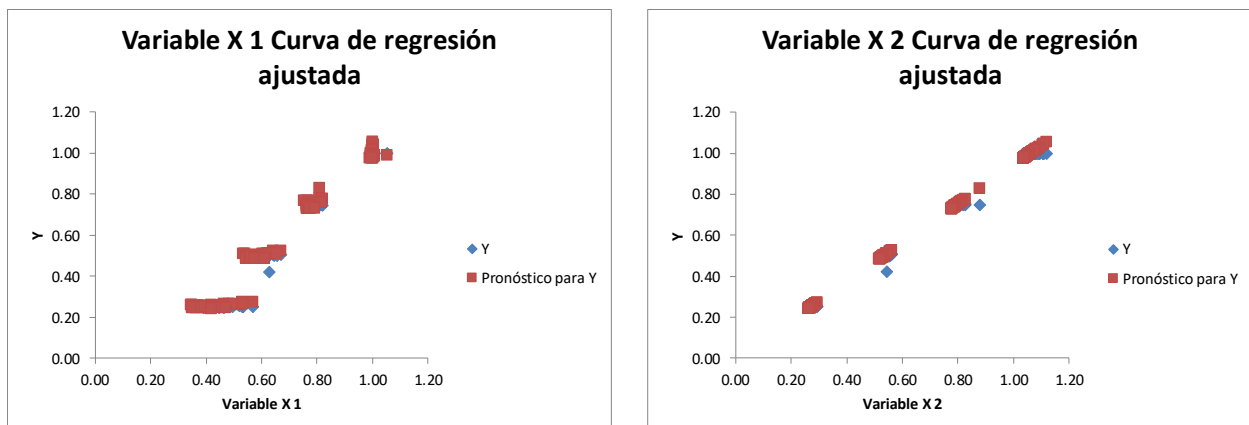

 Figura 6-40 Curva de regresión ajustada IE2 $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-15. Resumen IE3 $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99681748
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.00982934
Variable X 1	0.01191125
Variable X 2	0.94068035

De la tabla 6-15 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0098 + 0.9406 * P_{abs} + 0.0119 * I; R^2 = 0.9968$$

Figura 6-41 Curva de regresión ajustada IE3 $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

6.3.2.3 Análisis $P_{pu}(I, s)$

Tabla 6–16. Resumen IE2 $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.74444274
	<i>Coeficientes</i>
Intercepción	-0.31921814
Variable X 1	-1.56675512
Variable X 2	1.26481055

De la tabla 6-16 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3192 + 1.2648 * I - 1.5667 * s; R^2 = 0.7444$$

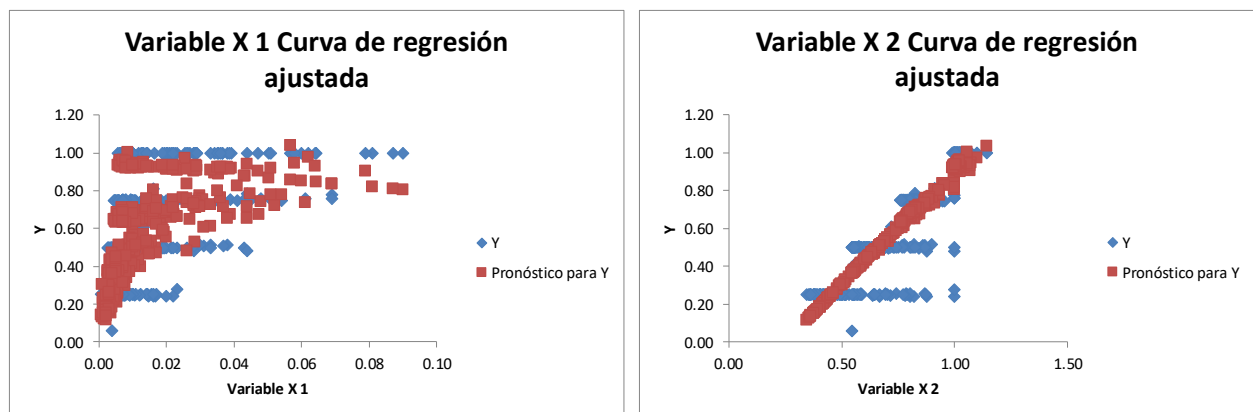


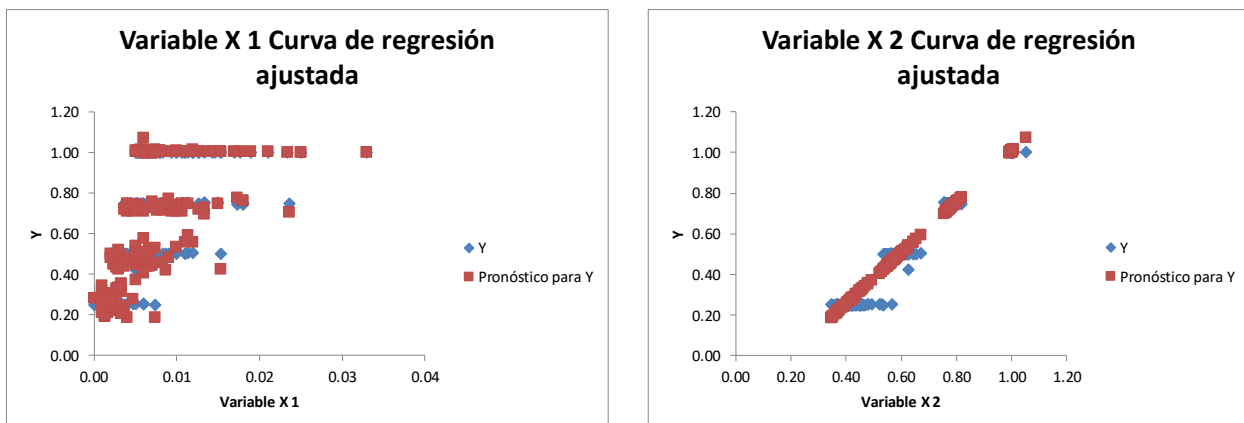
Figura 6-42 Curva de regresión ajustada IE2 $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–17. Resumen IE3 $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.97473379
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.24748219
Variable X 1	-0.3448036
Variable X 2	1.25865436

De la tabla 6-17 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2474 + 1.2586 * I - 0.3448 * s; R^2 = 0.9747$$

Figura 6-43 Curva de regresión ajustada IE3 $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

6.3.2.4 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Tabla 6-18. Resumen IE2 $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R ²	0.95578329
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0.04297701
Variable X 1	-0.2432264
Variable X 2	1.20713631
Variable X 3	-7.56896892

De la tabla 6-18 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0429 + 1.2071 * P_{abs} - 0.2432 * I - 7.5689 * s; R^2 = 0.9557$$

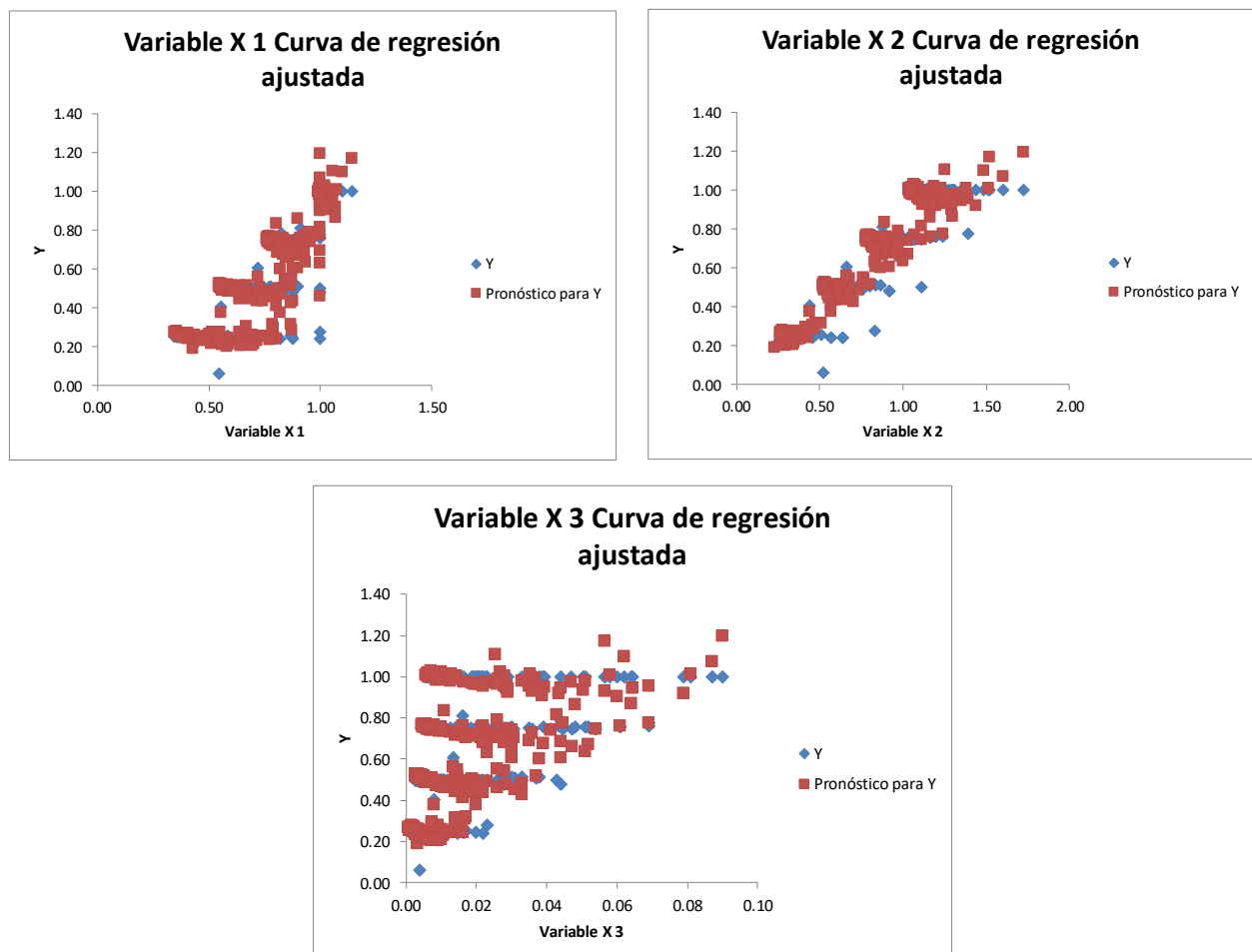


Figura 6-44 Curva de regresión ajustada IE2 $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6–19. Resumen IE3 $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R ²	0.9986996
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.00314481
Variable X 1	-0.03546393
Variable X 2	1.01127324
Variable X 3	-3.10262628

De la tabla 6-19 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = -0.0031 + 1.0112 * P_{abs} - 0.0354 * I - 3.1026 * s; R^2 = 0.9986$$

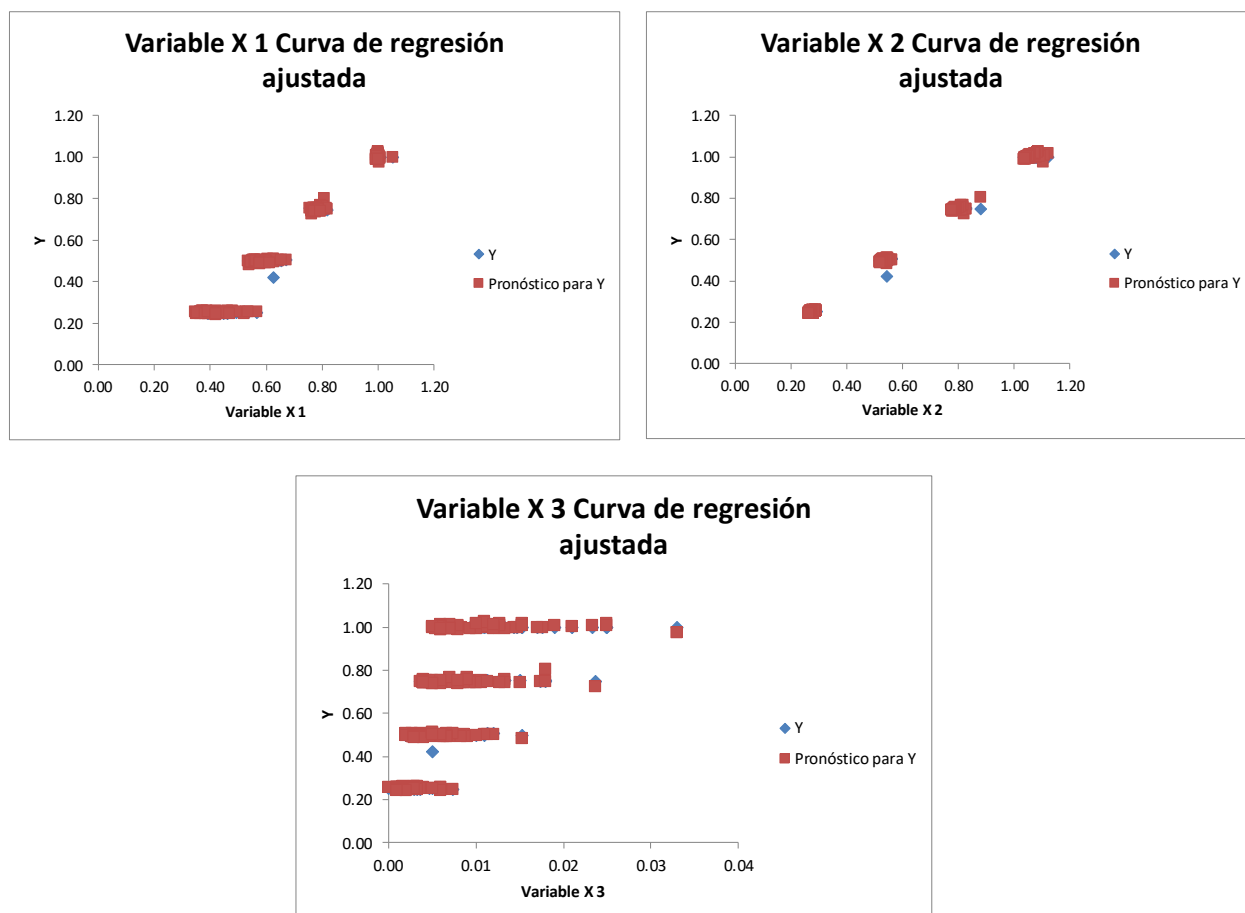


Figura 6-45 Curva de regresión ajustada IE3 $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

6.3.3 Motores clasificados por clase de eficiencia y velocidad

Reduciendo un poco mas nuestro numero de muestras al clasificar los motores por clase de eficiencia y velocidad se obtienen el conjunto de la tabla 6-20. En este caso se aprecia como los motores IE2 y más específico los de 1000 rpm (6 polos) son los que presentan peores valores de ajustes. Esto se puede explicar debido a que los motores de menores velocidad son los menos relevantes en el ámbito industrial por lo que se aceptan mayores tolerancias en las medidas.

Tabla 6-20. Coeficiente de determinación motores por clase de eficiencia y velocidad

Clase	Velocidad [rev/min]	Coeficiente de determinación R ²						
		Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
IE2	3000	0.99549	0.99343	0.95322	0.91317	0.95256	0.90765	0.21801
	1500	0.96607	0.95765	0.89170	0.73773	0.88635	0.73177	0.28447
	1000	0.91881	0.91583	0.79697	0.64535	0.79674	0.64294	0.21437
IE3	3000	0.99970	0.99969	0.99862	0.99444	0.99835	0.99435	0.33327
	1500	0.99969	0.99967	0.99794	0.98153	0.99786	0.98032	0.52913
	1000	0.99734	0.99734	0.99424	0.97658	0.99423	0.97520	0.33300

A continuación, se presentan las curvas de regresión ajustada para los casos de las regresiones simples:

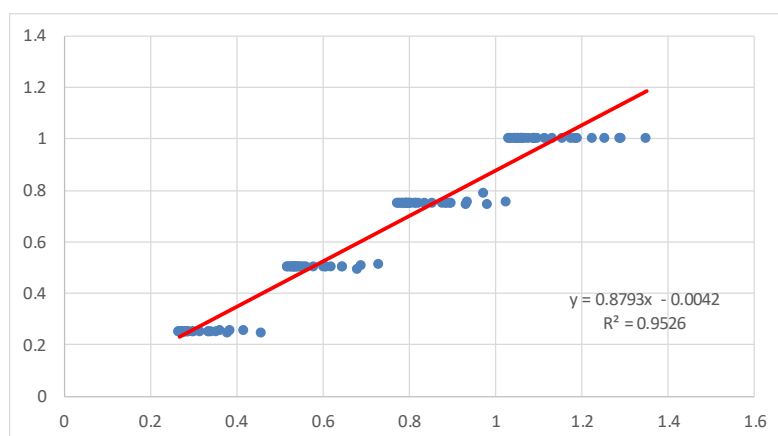


Figura 6-46 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

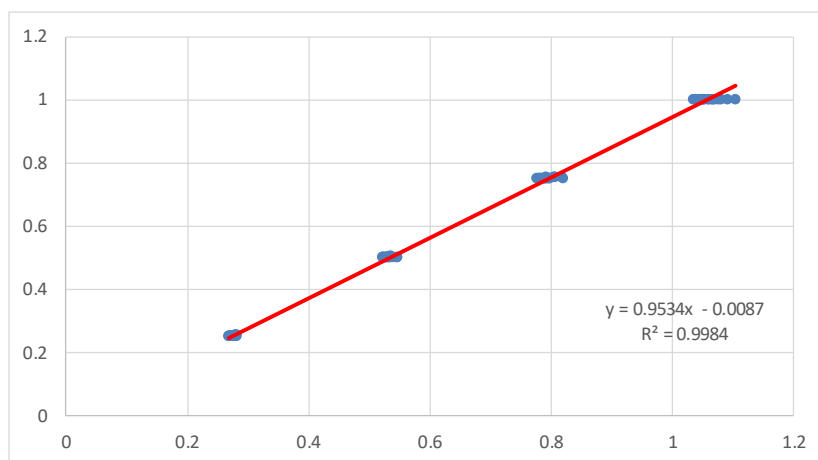


Figura 6-47 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

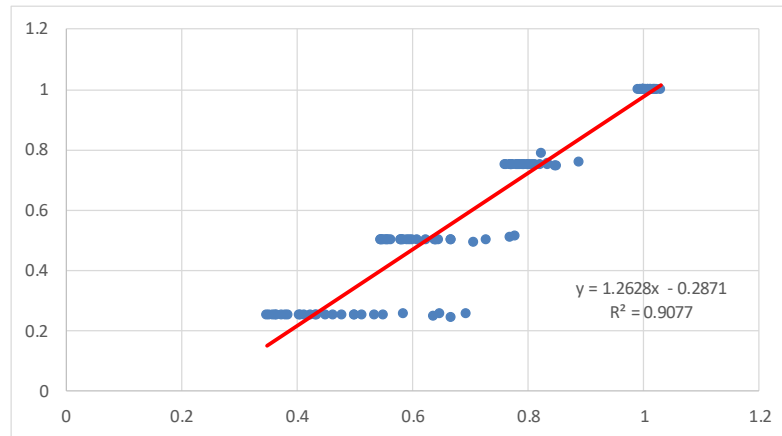


Figura 6-48 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

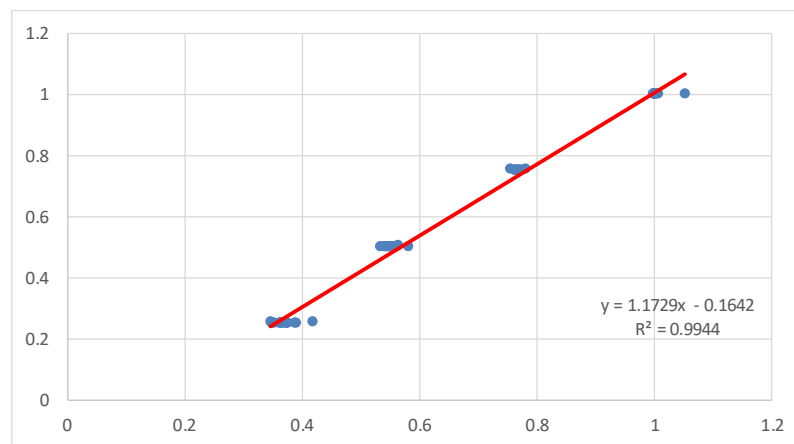


Figura 6-49 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

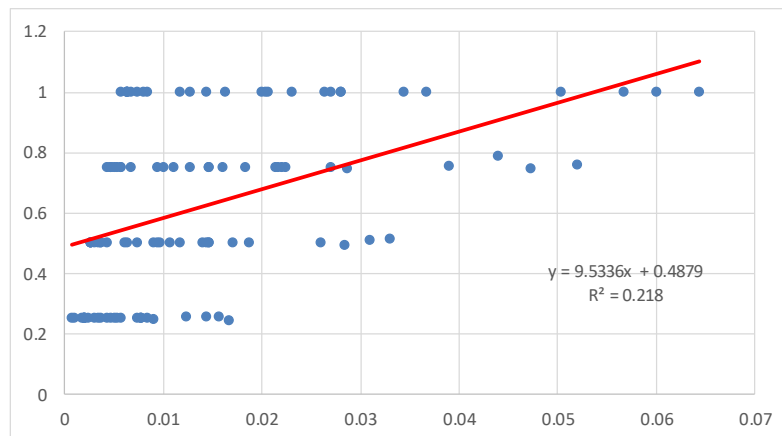


Figura 6-50 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

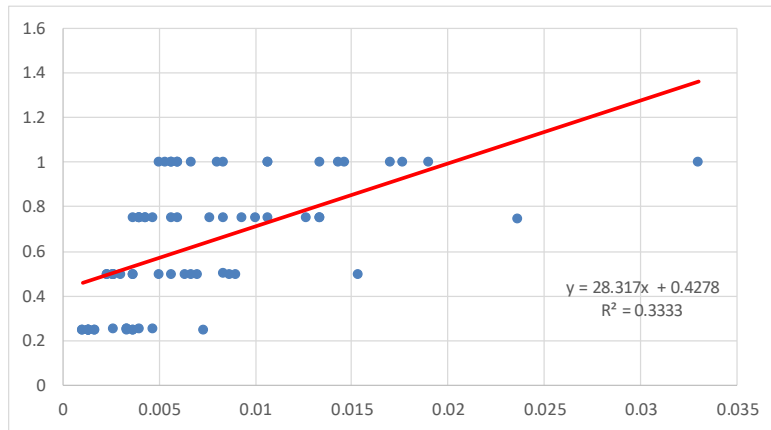


Figura 6-51 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

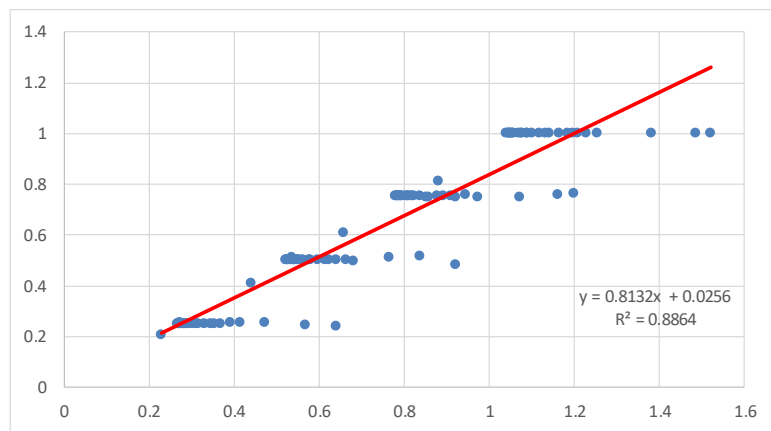


Figura 6-52 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

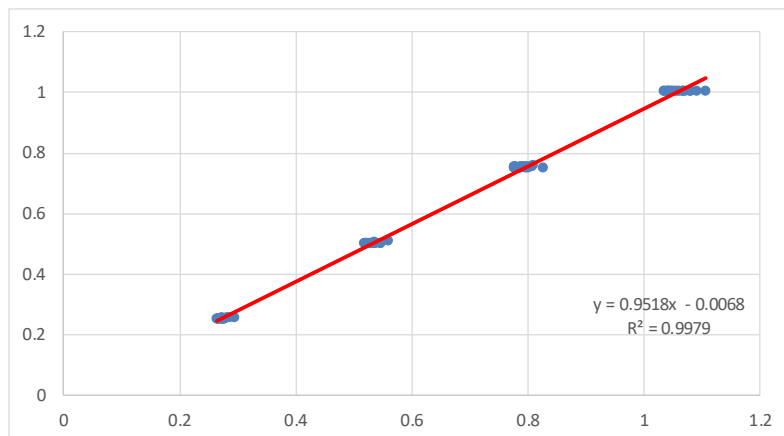


Figura 6-53 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

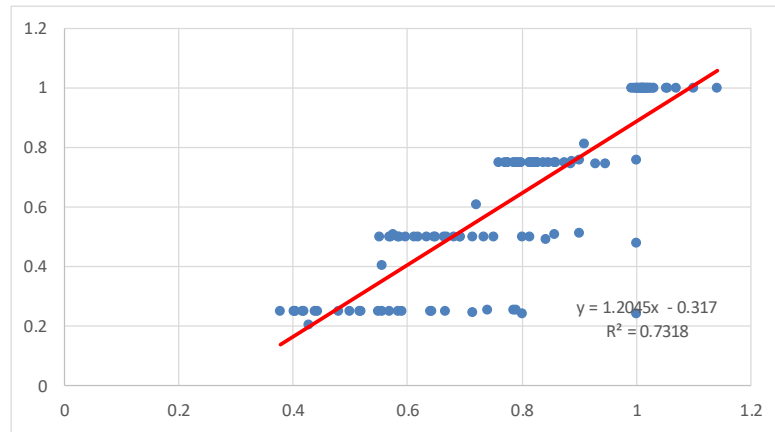


Figura 6-54 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

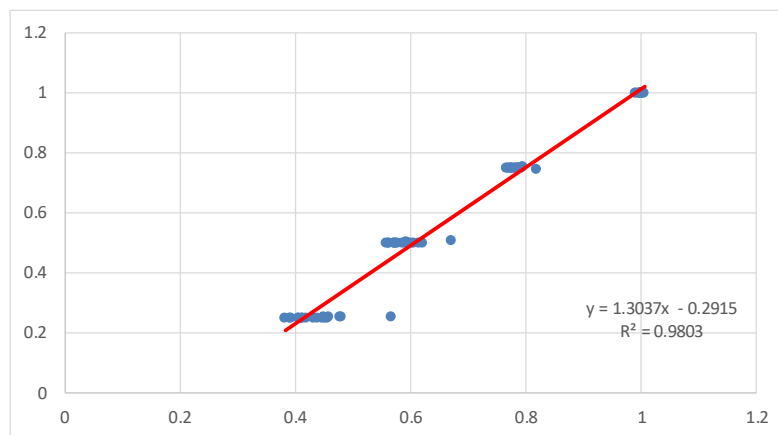


Figura 6-55 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

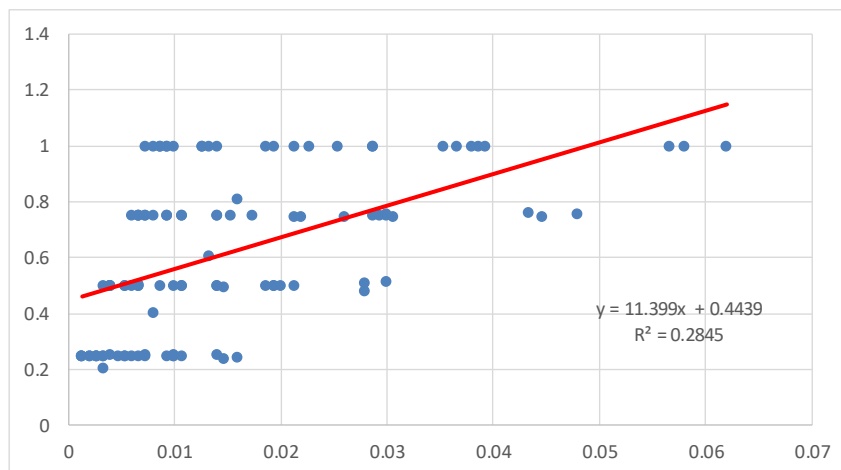


Figura 6-56 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

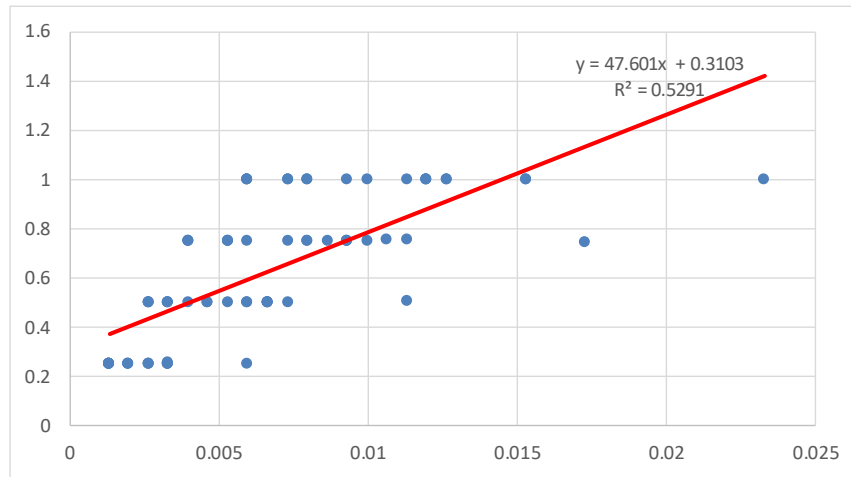


Figura 6-57 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

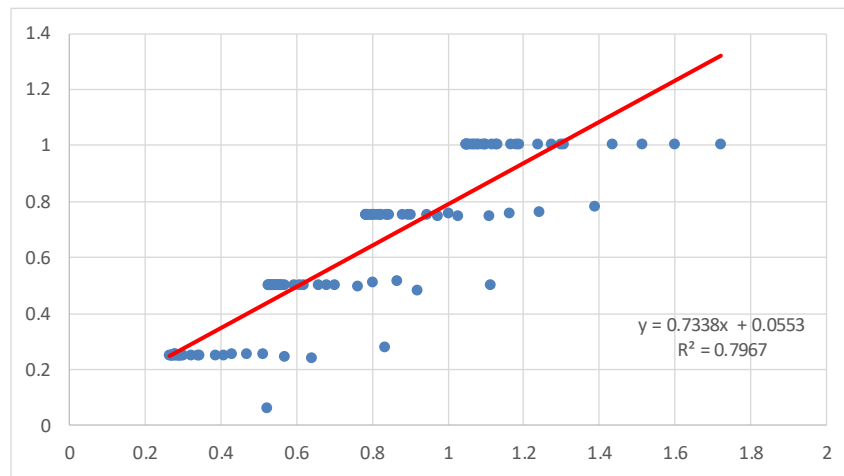


Figura 6-58 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

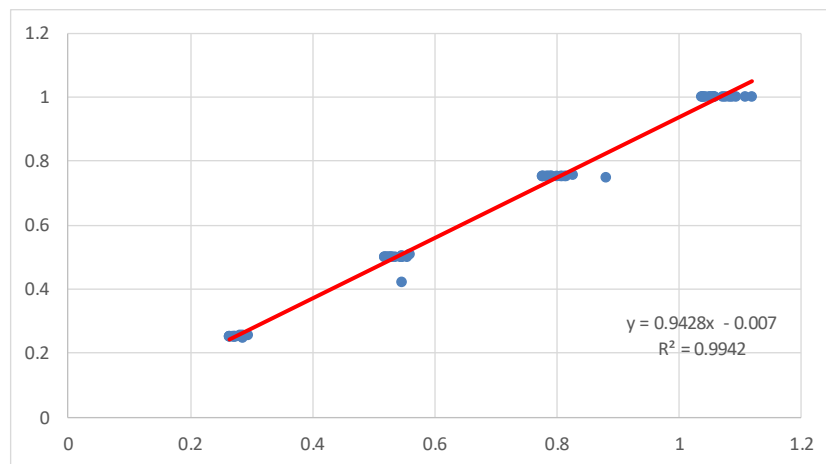


Figura 6-59 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

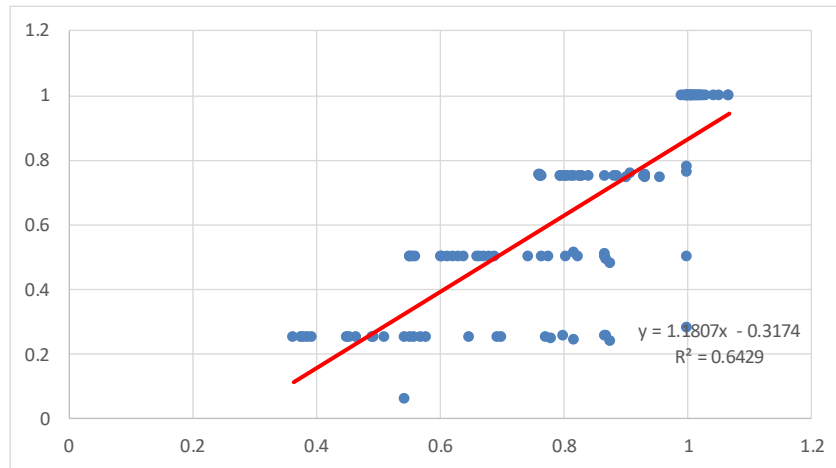


Figura 6-60 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

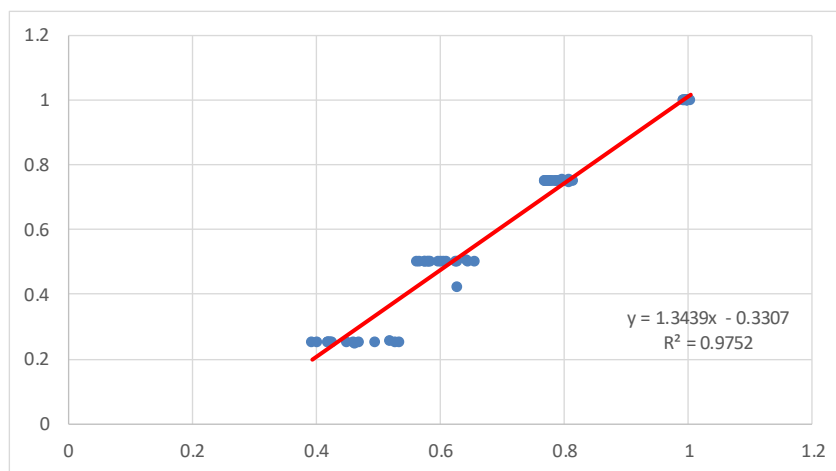


Figura 6-61 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

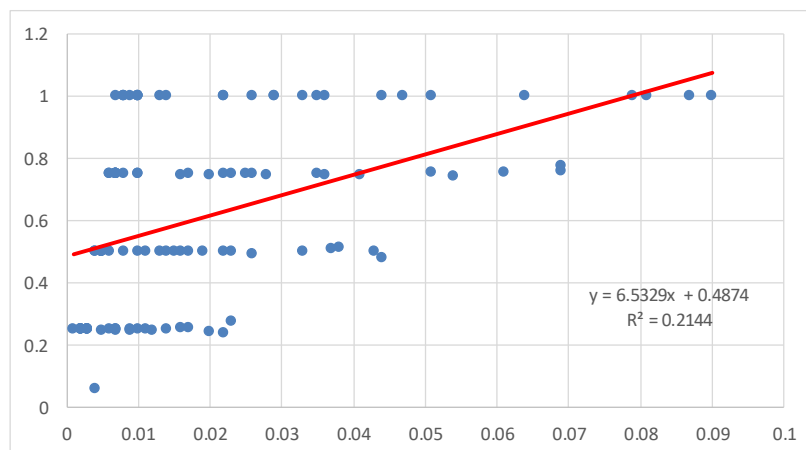


Figura 6-62 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

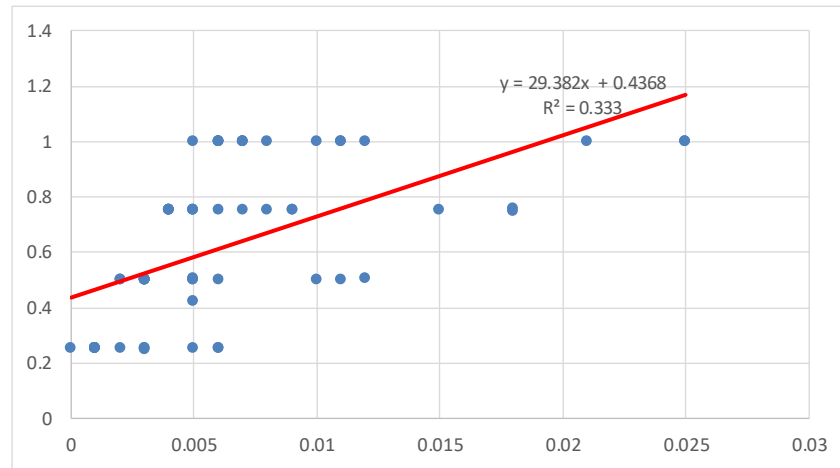


Figura 6-63 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

De las Fig 46-63 sustituyendo β_0 y β_1 en sus respectivas ecuaciones de estimación de la potencia mecánica útil se obtienen las siguientes ecuaciones:

- IE2

- 3000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.4879 + 9.5336 * s; R^2 = 0.218$$

$$P_{pu}(I) = -0.2871 + 1.2628 * I; R^2 = 0.9077$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0042 + 0.8793 * P_{abs}; R^2 = 0.9526$$

- 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.4439 + 11.399 * s; R^2 = 0.2845$$

$$P_{pu}(I) = -0.317 + 1.2045 * I; R^2 = 0.7318$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = 0.0256 + 0.8132 * P_{abs}; R^2 = 0.8864$$

- 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.4874 + 6.5329 * s; R^2 = 0.2144$$

$$P_{pu}(I) = -0.3174 + 1.1807 * I; R^2 = 0.6429$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = 0.0553 + 0.7338 * P_{abs}; R^2 = 0.7967$$

- IE3

- 3000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.4278 + 28.317 * s; R^2 = 0.3333$$

$$P_{pu}(I) = -0.1642 + 1.1729 * I; R^2 = 0.9944$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0087 + 0.9534 * P_{abs}; R^2 = 0.9984$$

- 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.3103 + 47.601 * s; R^2 = 0.5291$$

$$P_{pu}(I) = -0.2915 + 1.3037 * I; R^2 = 0.9803$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0068 + 0.9518 * P_{abs}; R^2 = 0.9979$$

- 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.4368 + 29.382 * s; R^2 = 0.333$$

$$P_{pu}(I) = -0.3307 + 1.3439 * I; R^2 = 0.9752$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.007 + 0.9428 * P_{abs}; R^2 = 0.9942$$

6.3.3.1 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, s)$

 Tabla 6–21. Resumen IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99342525
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.03490306
Variable X 1	1.03022467
Variable X 2	-5.35995744

De la tabla 6-21 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0349 + 1.0302 * P_{abs} - 5.3599 * s; R^2 = 0.9934$$

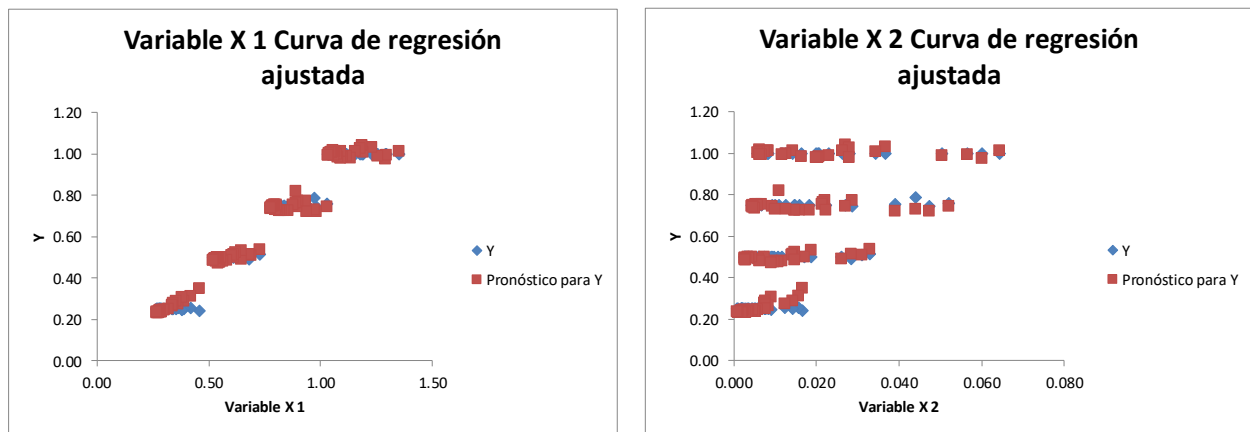

 Figura 6-64 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6-22. Resumen IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99969358
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.01065231
Variable X 1	0.98009854
Variable X 2	-2.25913412

De la tabla 6-22 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0106 + 0.9800 * P_{abs} - 2.2591 * s; R^2 = 0.99969$$

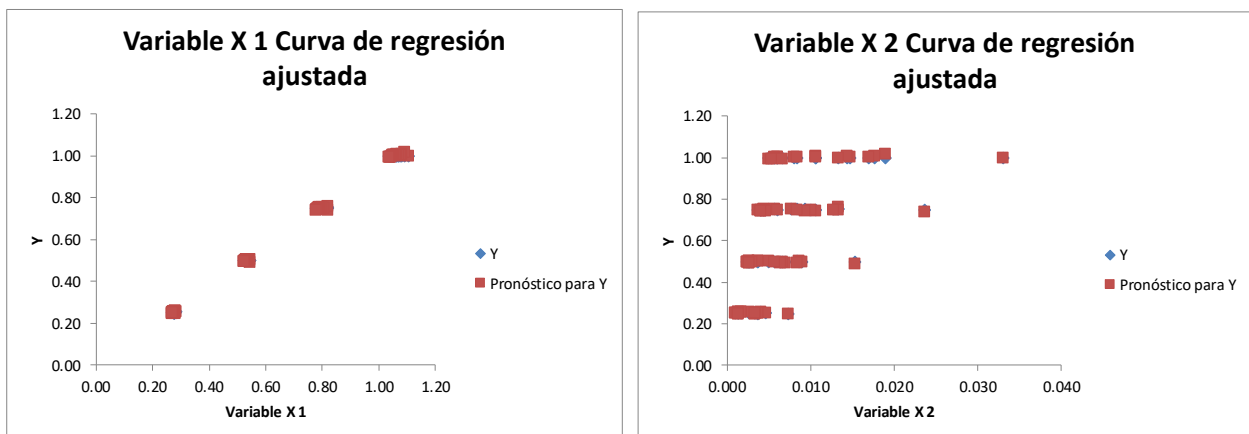


Figura 6-65 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6–23. Resumen IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R ²	0.95765144
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.0330849
Variable X 1	1.07726174
Variable X 2	-8.67390504

De la tabla 6-23 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0330 + 1.0772 * P_{abs} - 8.6739 * s; R^2 = 0.9576$$

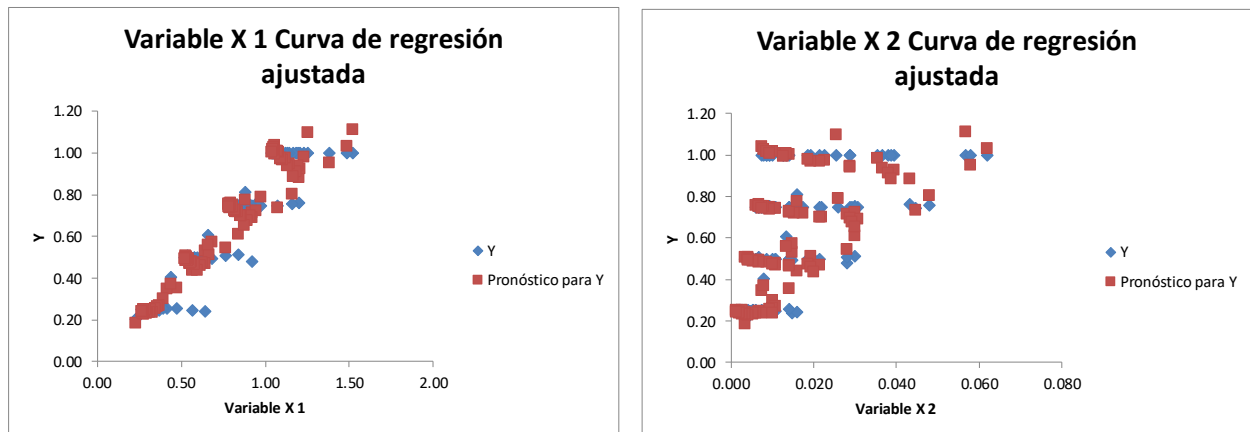

 Figura 6-66 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6-24. Resumen IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.9996675
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.00971826
Variable X 1	0.9986188
Variable X 2	-4.24859978

De la tabla 6-24 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0097 + 0.9886 * P_{abs} - 4.2485 * s; R^2 = 0.99966$$

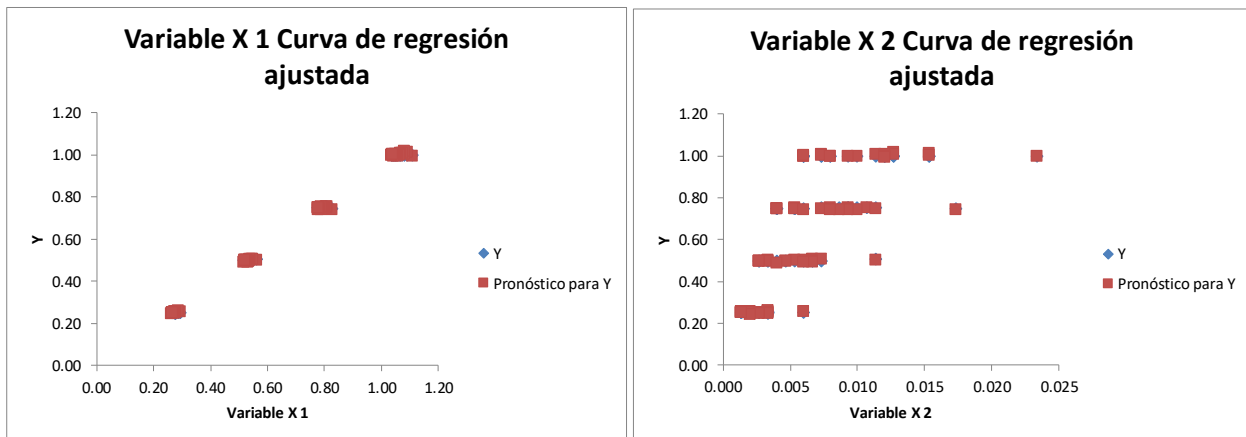
Figura 6-67 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6–25. Resumen IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.91582926
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.05062153
Variable X 1	1.07281041
Variable X 2	-7.58631258

De la tabla 6-25 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0506 + 1.0728 * P_{abs} - 7.5863 * s; R^2 = 0.9158$$

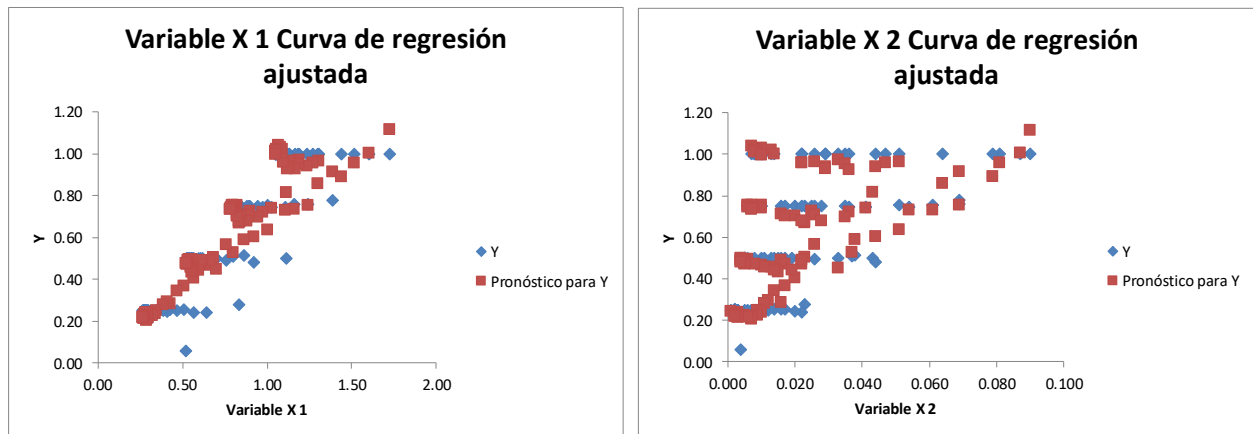
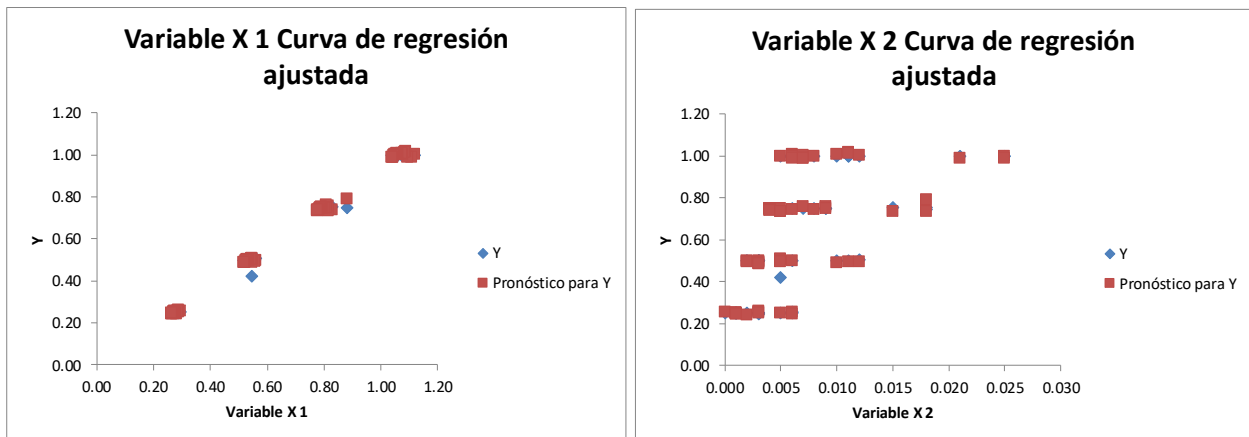

 Figura 6-68 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$. $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

Tabla 6–26. Resumen IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99733888
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.01156491
Variable X 1	0.98477273
Variable X 2	-3.62693555

De la tabla 6-26 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0115 + 0.9847 * P_{abs} - 3.6269 * s; R^2 = 0.9973$$

Figura 6-69 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

6.3.3.2 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, I)$

 Tabla 6-27. Resumen IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.953215948
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.039117649
Variable X 1	0.139319938
Variable X 2	0.787515463

De la tabla 6-27 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0391 + 0.7875 * P_{abs} + 0.1393 * I; R^2 = 0.9532$$

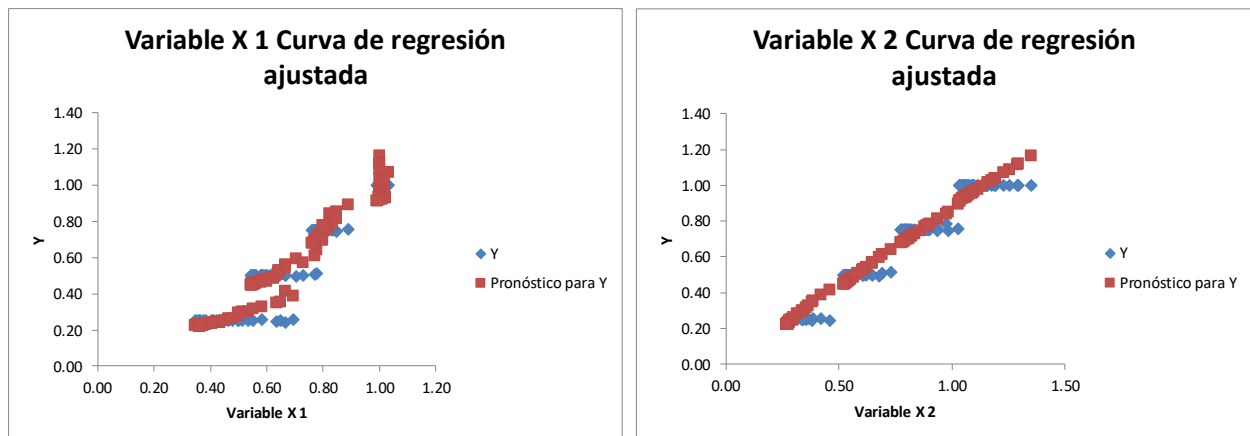

 Figura 6-70 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6–28. Resumen IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.998618563
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.040466927
Variable X 1	0.234648905
Variable X 2	0.763701361

De la tabla 6-28 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0404 + 0.7637 * P_{abs} + 0.2346 * I; R^2 = 0.9986$$



Figura 6-71 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-29. Resumen IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.891697151
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.130350361
Variable X 1	-0.292332526
Variable X 2	0.981080841

De la tabla 6-29 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.1303 + 0.9810 * P_{abs} - 0.2923 * I; R^2 = 0.8916$$

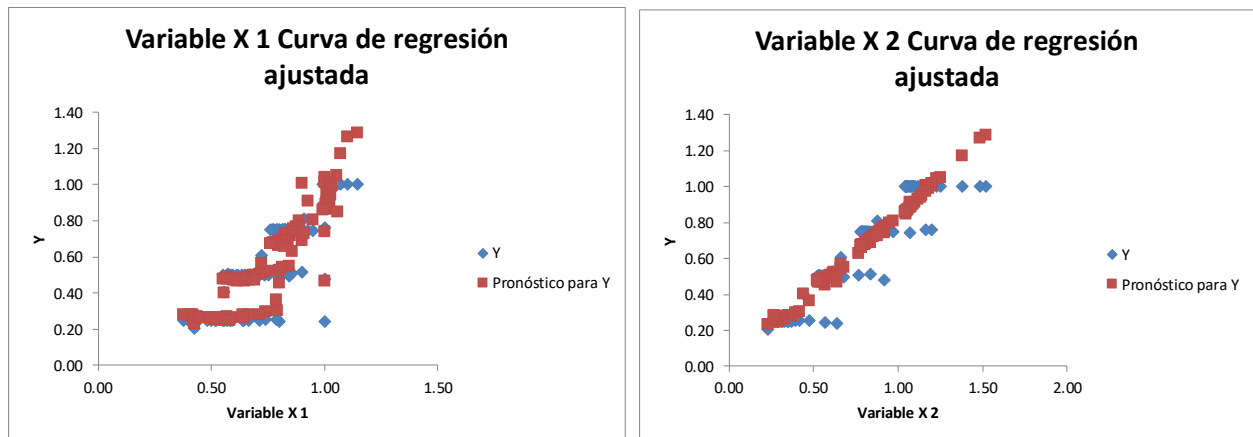
Figura 6-72 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6–30. Resumen IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.997935104
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.013771147
Variable X 1	-0.090763544
Variable X 2	1.017017556

De la tabla 6-30 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0137 + 1.017 * P_{abs} - 0.0907 * I; R^2 = 0.9979$$

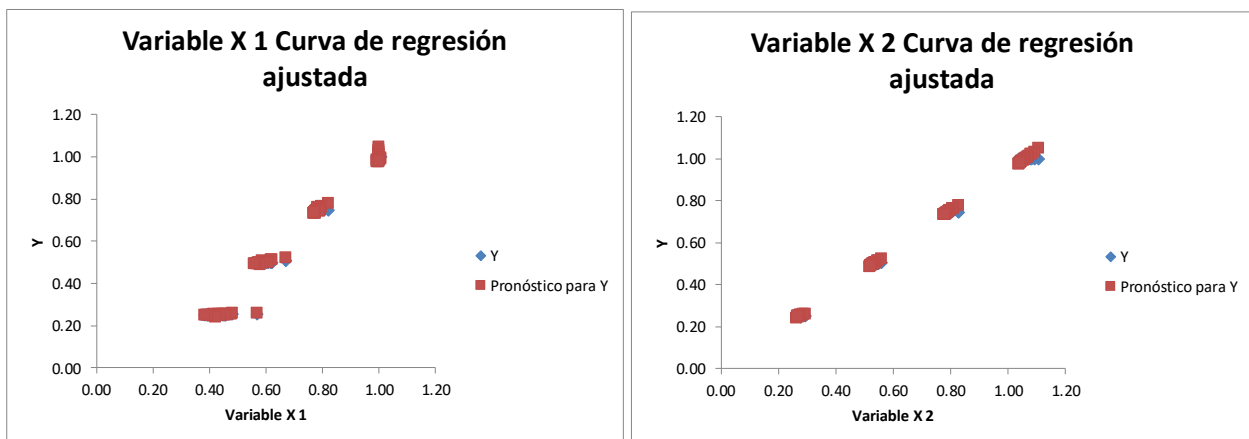


Figura 6-73 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6–31. Resumen IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.796966254
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.035429858
Variable X 1	0.048272291
Variable X 2	0.70983441

De la tabla 6-31 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0354 + 0.7098 * P_{abs} + 0.0482 * I; R^2 = 0.7969$$

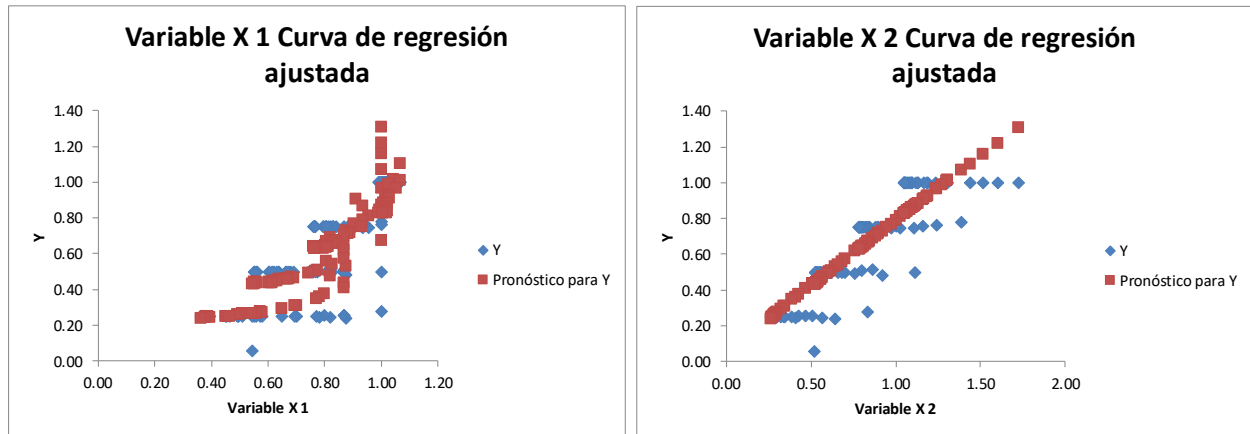
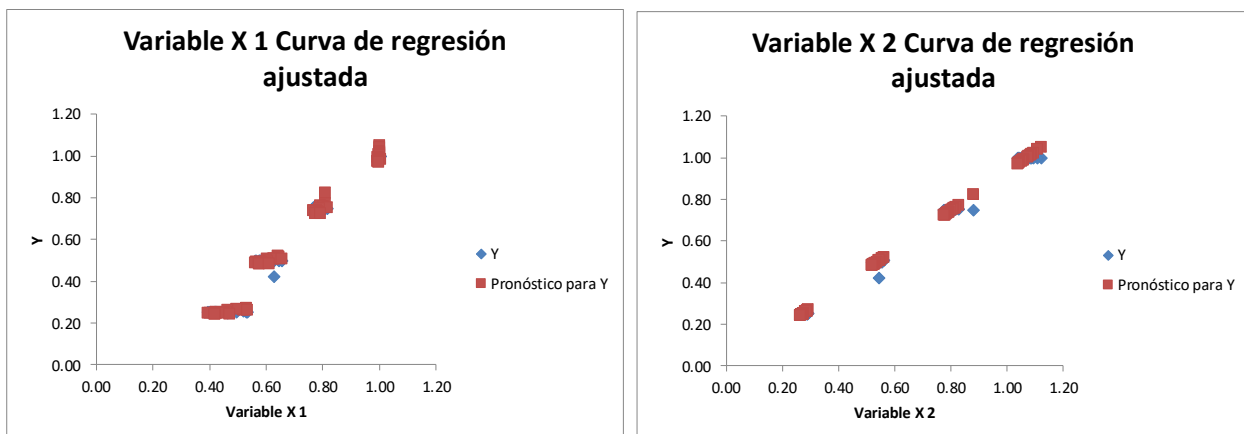

Figura 6-74 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6–32. Resumen IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.994239524
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.013987785
Variable X 1	0.02813062
Variable X 2	0.923494896

De la tabla 6-32 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0139 + 0.9234 * P_{abs} + 0.0281 * I; R^2 = 0.9942$$

Figura 6-75 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs})

6.3.3.3 Análisis $P_{pu}(I, s)$

Tabla 6-33. Resumen IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.91317282
	<i>Coeficientes</i>
Intercepción	-0.30822839
Variable X 1	-1.82374913
Variable X 2	1.32849646

De la tabla 6-33 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3082 + 1.3284 * I - 1.8237 * s; R^2 = 0.9131$$

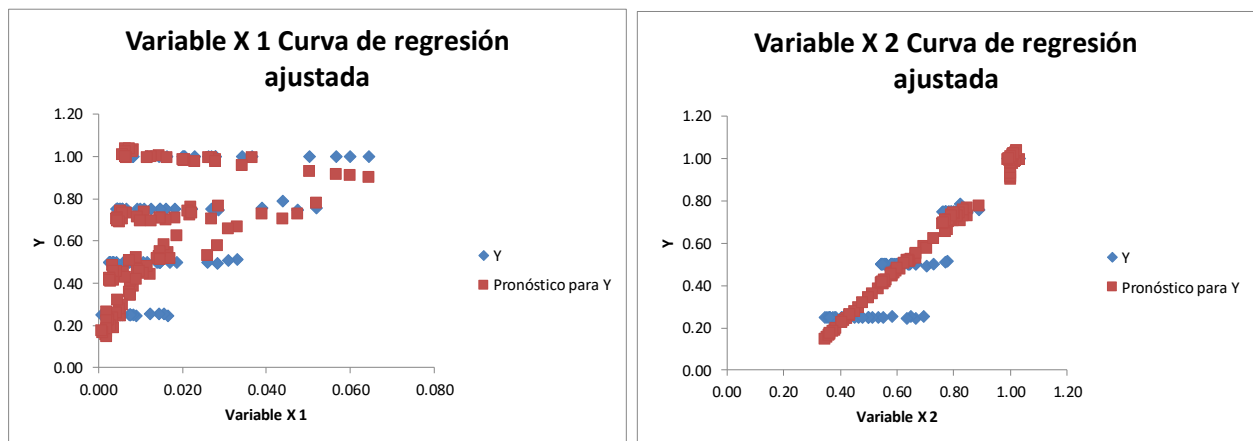


Figura 6-76 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–34. Resumen IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99443795
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.16296791
Variable X 1	0.54731359
Variable X 2	1.16539324

De la tabla 6-34 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.1629 + 1.1653 * I + 0.5473 * s; R^2 = 0.9944$$

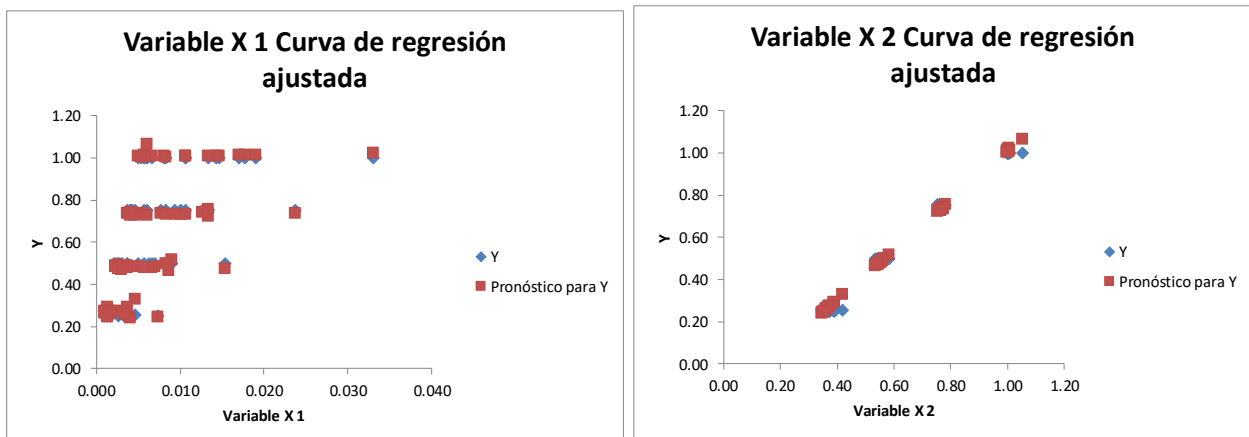
Figura 6-77 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-35. Resumen IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.73772675
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.36205932
Variable X 1	-2.27499785
Variable X 2	1.30778111

De la tabla 6-35 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3620 + 1.3077 * I - 2.2749 * s; R^2 = 0.7377$$

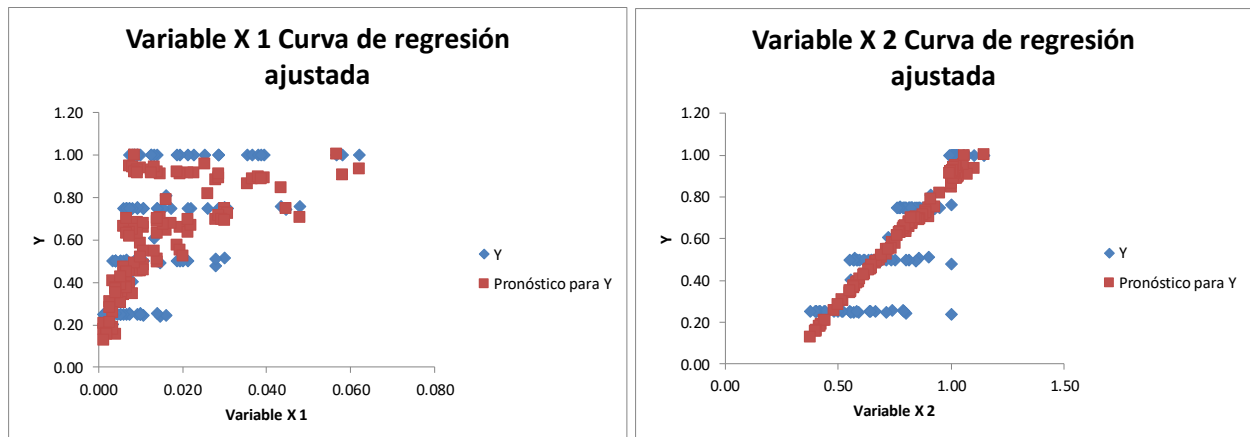
Figura 6-78 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–36. Resumen IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.98153267
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.30582306
Variable X 1	-3.48686041
Variable X 2	1.35689895

De la tabla 6-36 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3058 + 1.3568 * I - 3.4868 * s; R^2 = 0.9815$$

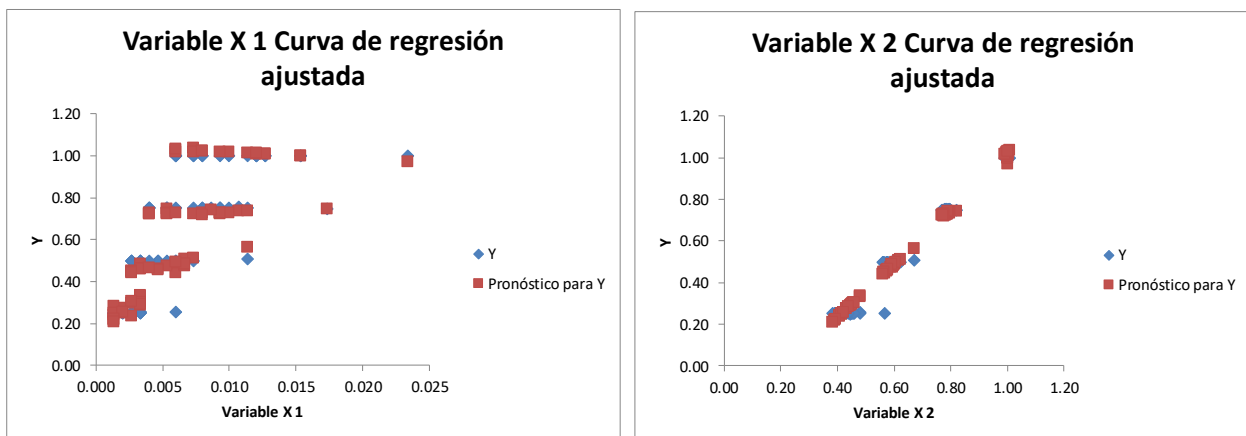
Figura 6-79 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-37. Resumen IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.64534705
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.34525276
Variable X 1	-0.88734877
Variable X 2	1.23861409

De la tabla 6-37 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3452 + 1.2386 * I - 0.8873 * s; R^2 = 0.6453$$

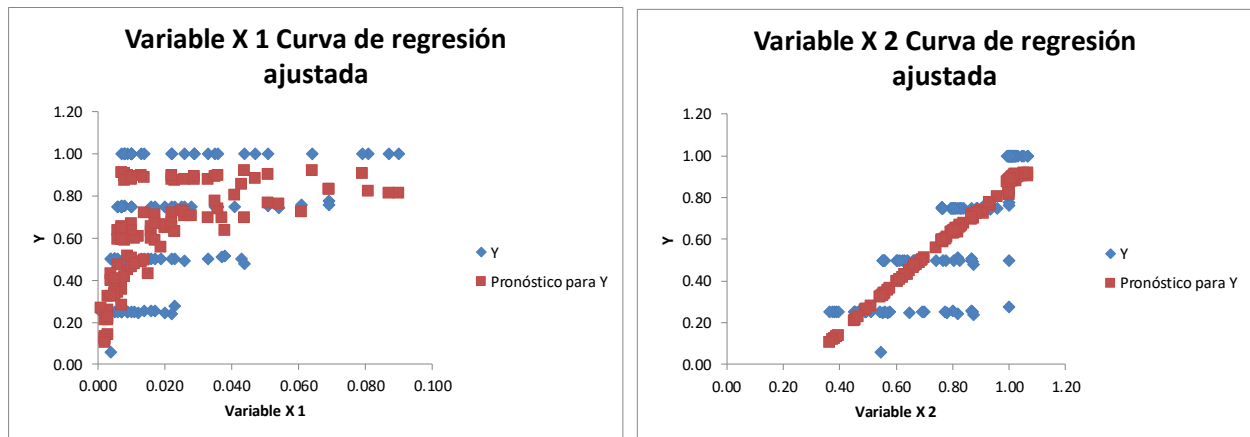
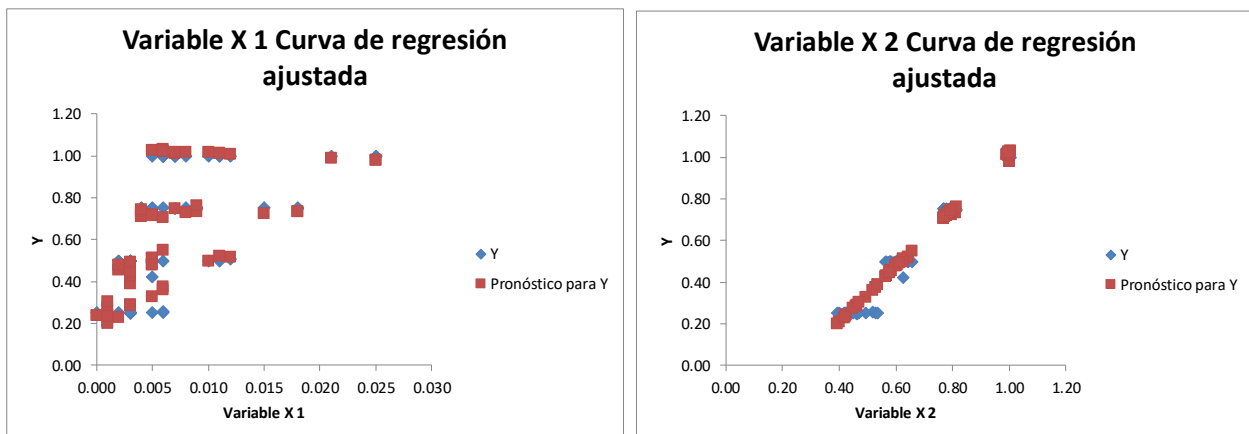
Figura 6-80 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–38. Resumen IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.976584643
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.343187971
Variable X 1	-2.400889291
Variable X 2	1.383312596

De la tabla 6-38 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3431 + 1.3833 * I - 2.4008 * s; R^2 = 0.9765$$

Figura 6-81 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(I, s)$. X1 = (s); X2 = (I)

6.3.3.4 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Tabla 6–39. Resumen IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.99548692
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.02825448
Variable X 1	-0.26188583
Variable X 2	1.21503278
Variable X 3	-5.79278845

De la tabla 6-39 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0282 + 1.2150 * P_{abs} - 0.2618 * I - 5.7927 * s; R^2 = 0.9954$$

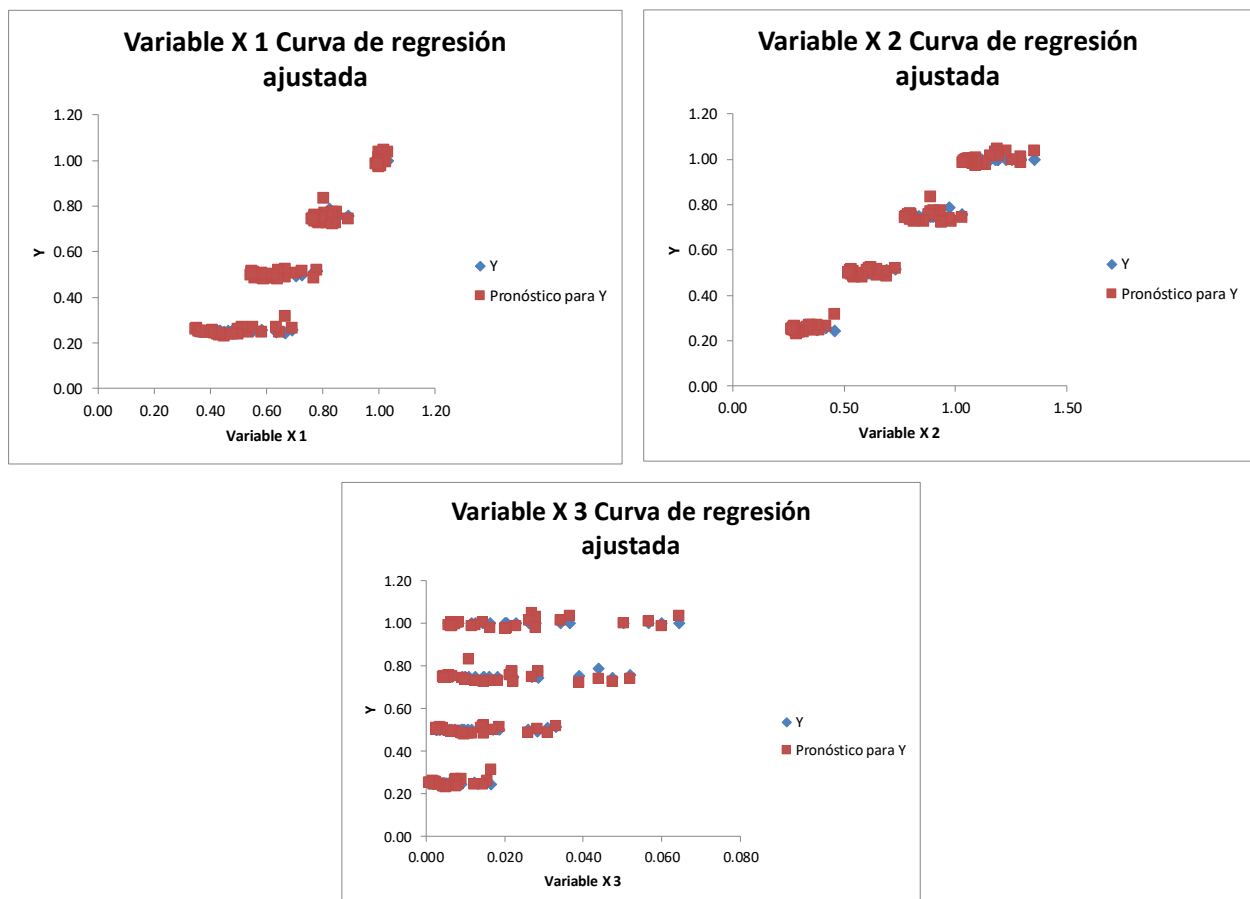


Figura 6-82 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-40. Resumen IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0.99970291
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0.00378911
Variable X 1	-0.05139184
Variable X 2	1.02299207
Variable X 3	-2.37268799

De la tabla 6-40 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = -0.0037 + 1.0229 * P_{abs} - 0.0513 * I - 2.3726 * s; R^2 = 0.99970$$

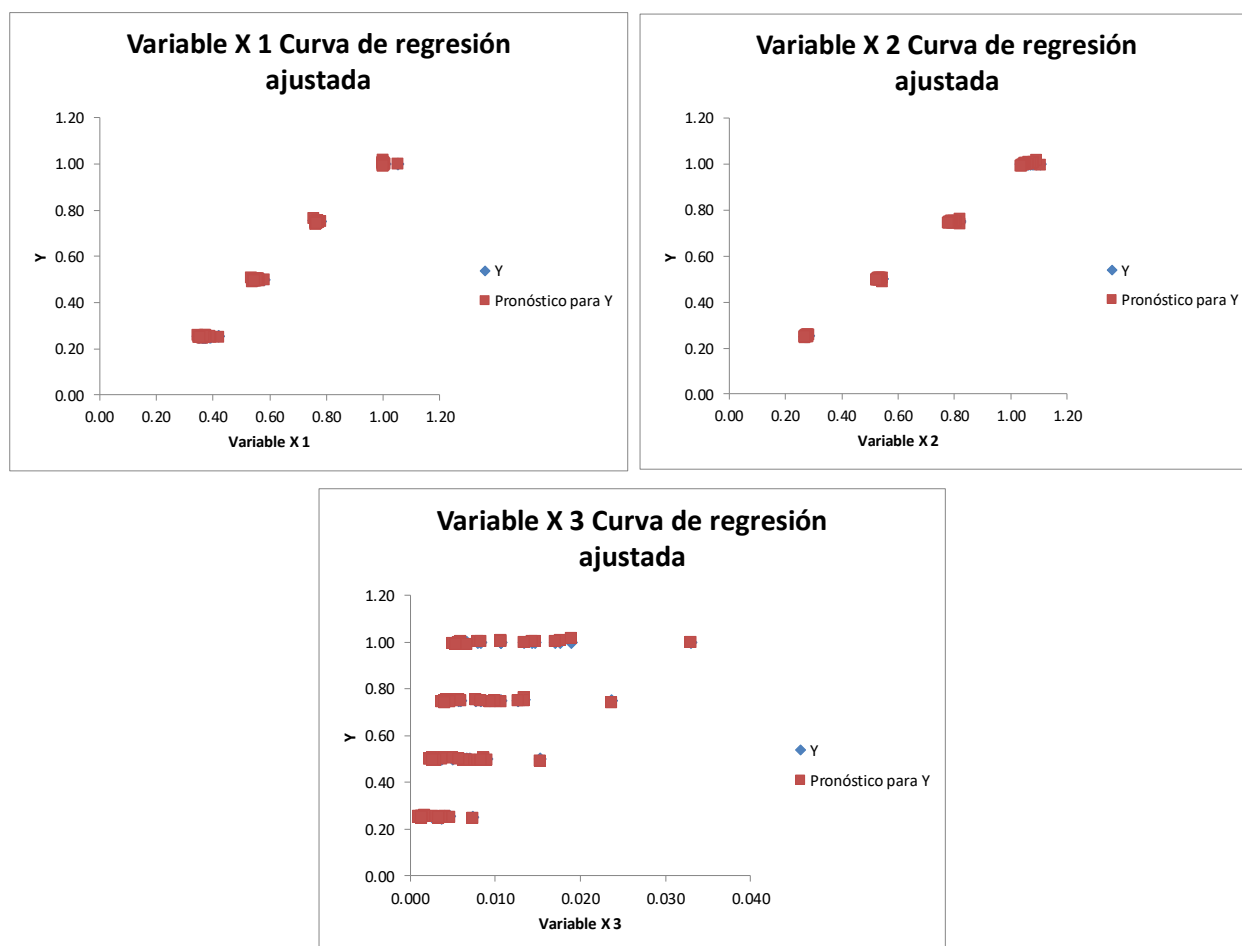


Figura 6-83 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-41. Resumen IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.96607278
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0.09732108
Variable X 1	-0.3678692
Variable X 2	1.29476669
Variable X 3	-8.88036983

De la tabla 6-41 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0973 + 1.2947 * P_{abs} - 0.3678 * I - 8.8803 * s; R^2 = 0.9660$$

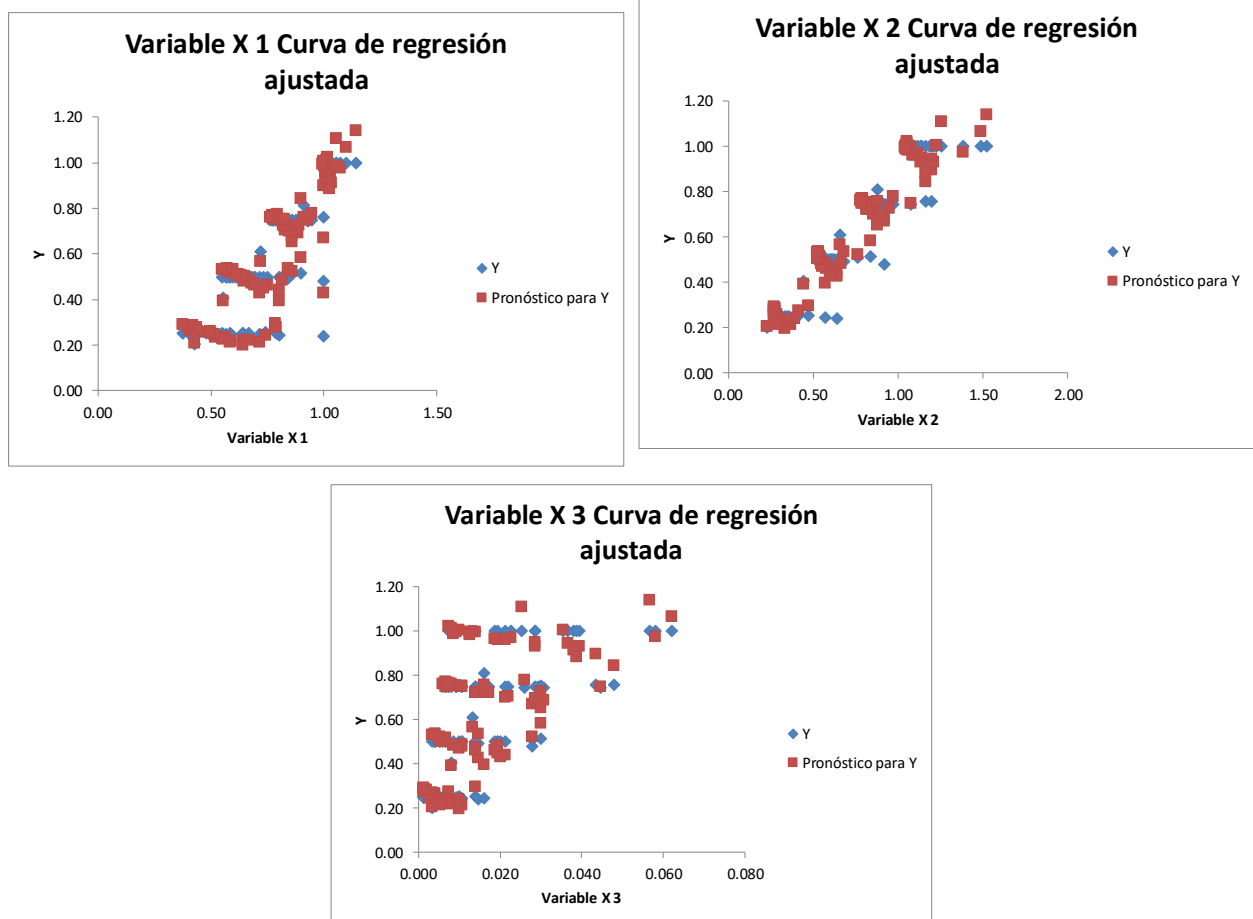


Figura 6-84 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-42. Resumen IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R ²	0.99968966
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0.00164705
Variable X 1	-0.05006507
Variable X 2	1.0340915
Variable X 3	-4.20541644

De la tabla 6-42 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0016 + 1.0340 * P_{abs} - 0.0500 * I - 4.2054 * s; R^2 = 0.99968$$

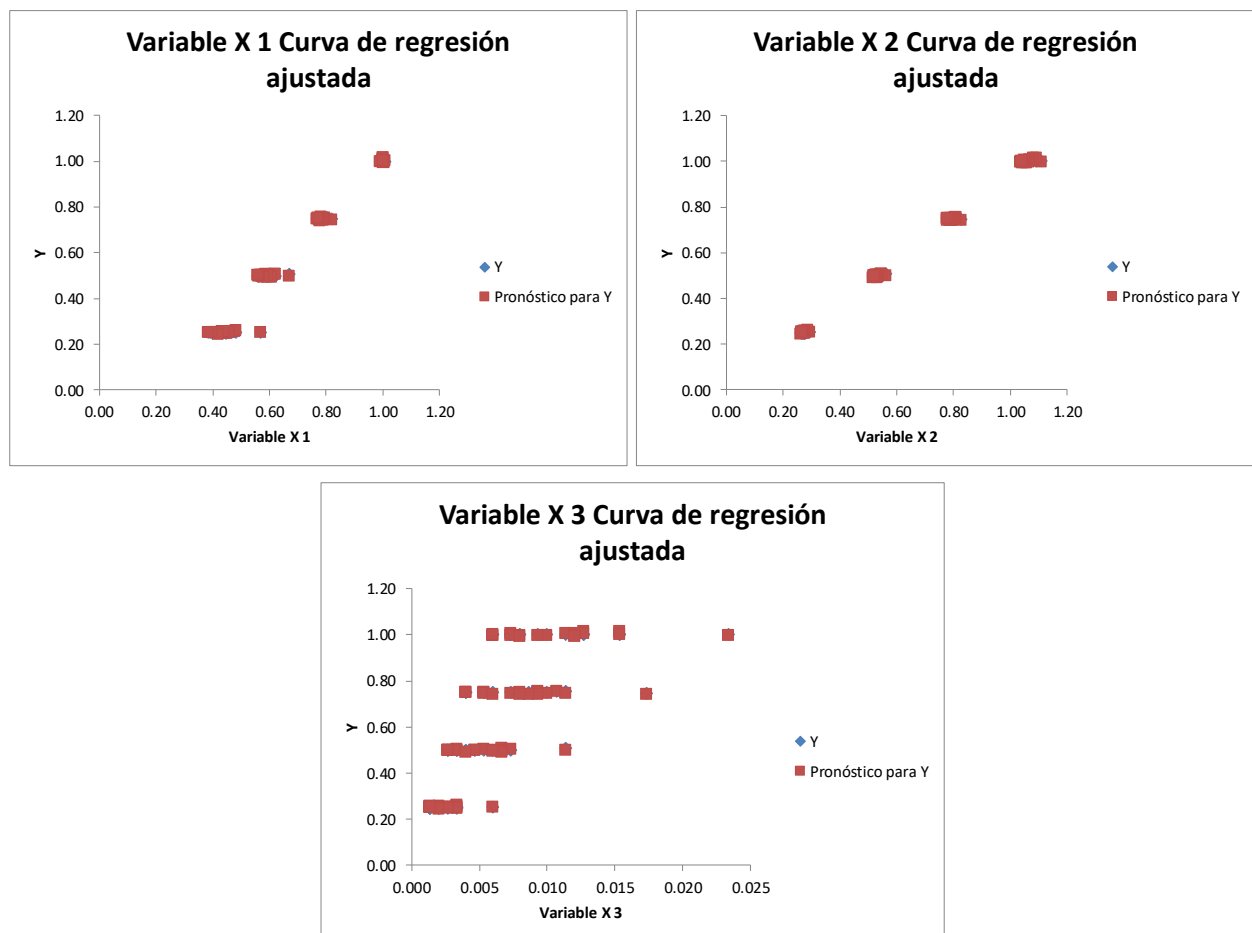


Figura 6-85 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-43. Resumen IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R ²	0.91881004
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0.02024138
Variable X 1	-0.18044626
Variable X 2	1.17339434
Variable X 3	-7.82908034

De la tabla 6-43 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0202 + 1.1733 * P_{abs} - 0.1804 * I - 7.8290 * s; R^2 = 0.9188$$

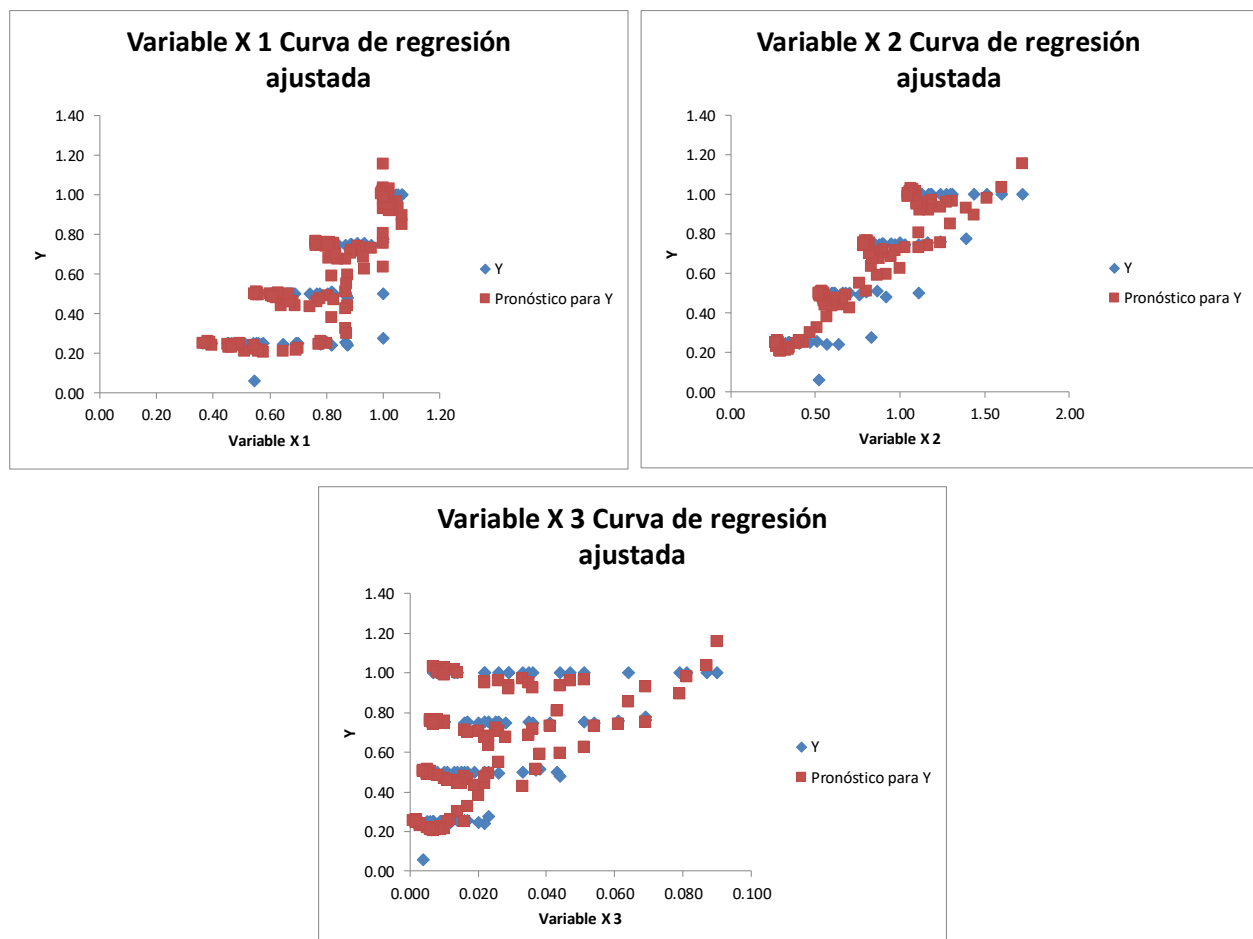


Figura 6-86 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-44. Resumen IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0.99734226
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0.01598789
Variable X 1	0.01769301
Variable X 2	0.97257567
Variable X 3	-3.62461122

De la tabla 6-44 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = -0.0159 + 0.9725 * P_{abs} + 0.0176 * I - 3.6246 * s; R^2 = 0.9973$$

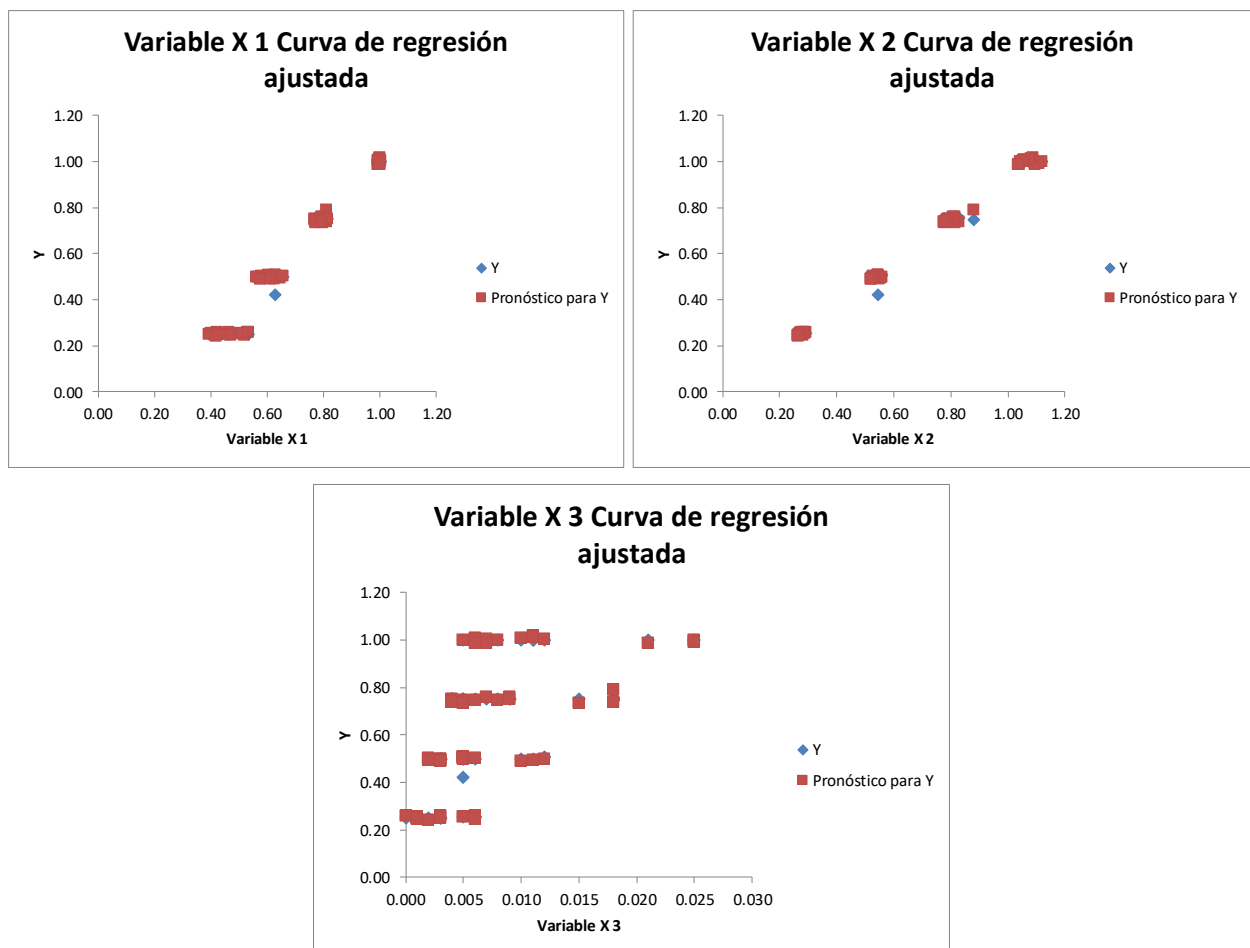


Figura 6-87 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$. X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

6.3.4 Motores clasificados por clase de eficiencia, velocidad y rango de potencial nominal

Además del tipo de eficiencia también es cierto que motores de menor tamaño (potencia nominal) se le permite un margen mayor de error en los rangos de las medidas de prueba por lo que agrupar los motores en tres grupos de 0-10kW, 10-100kW y 100kW en adelante como se muestra en la tabla 6-45 puede resultar interesante al momento de eliminar estos errores de aproximación. Una vez más los motores IE2 de 1000 rpm (6 polos) parecen ser los peores ajustados para la mayoría de los casos. Se observa como dentro de este conjunto los motores con menor rango de potencia son los de menor valor de coeficiente de determinación.

Tabla 6-45. Coeficiente de determinación motores por clase de eficiencia, velocidad y potencia nominal.

Clase	Velocidad[rev/min]	Potencia[kW]	Coeficiente de determinación R ²							# Muestras
			Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)	
IE2	3000	P≤10kW	0.9943744	0.9921436	0.9752849	0.9159762	0.9751975	0.9155662	0.5773273	10
		10kW≤P≤100kW	0.9976842	0.9976821	0.9967537	0.9855537	0.9967151	0.9855506	0.6073419	10
		P≥100kW	0.9997166	0.9996178	0.9996728	0.9907569	0.9994910	0.9906175	0.9364284	7
	1500	P≤10kW	0.9445365	0.9062925	0.9051781	0.7333975	0.8839469	0.6679076	0.6683340	11
		10kW≤P≤100kW	0.9995295	0.9993570	0.9984117	0.9636543	0.9981475	0.9634840	0.7686447	9
		P≥100kW	0.9997701	0.9997446	0.9997698	0.9899810	0.9997446	0.9880611	0.9234597	7
	1000	P≤10kW	0.8815756	0.8706618	0.8102764	0.6600107	0.8100616	0.6092080	0.5297763	12
		10kW≤P≤100kW	0.9996197	0.9995335	0.9978060	0.9474294	0.9975870	0.9467821	0.4246799	10
		P≥100kW	0.9178661	0.9116626	0.9147605	0.9177753	0.9045158	0.9142453	0.8910569	5
IE3	3000	P≤10kW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1
		10kW≤P≤100kW	0.9997299	0.9997254	0.9992887	0.9943730	0.9992830	0.9943679	0.6972359	10
		P≥100kW	0.9998550	0.9998085	0.9998496	0.9948128	0.9998006	0.9945074	0.9646310	7
	1500	P≤10kW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1
		10kW≤P≤100kW	0.9996043	0.9995620	0.9991766	0.9895814	0.9991402	0.9894889	0.8947067	10
		P≥100kW	0.9998931	0.9998593	0.9998777	0.9930942	0.9998296	0.9930851	0.9097379	7
	1000	P≤10kW	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	N/A	1
		10kW≤P≤100kW	0.9972959	0.9972604	0.9961480	0.9732631	0.9960367	0.9720797	0.4022275	10
		P≥100kW	0.9998520	0.9998457	0.9998318	0.9922920	0.9998223	0.9903596	0.9240778	5

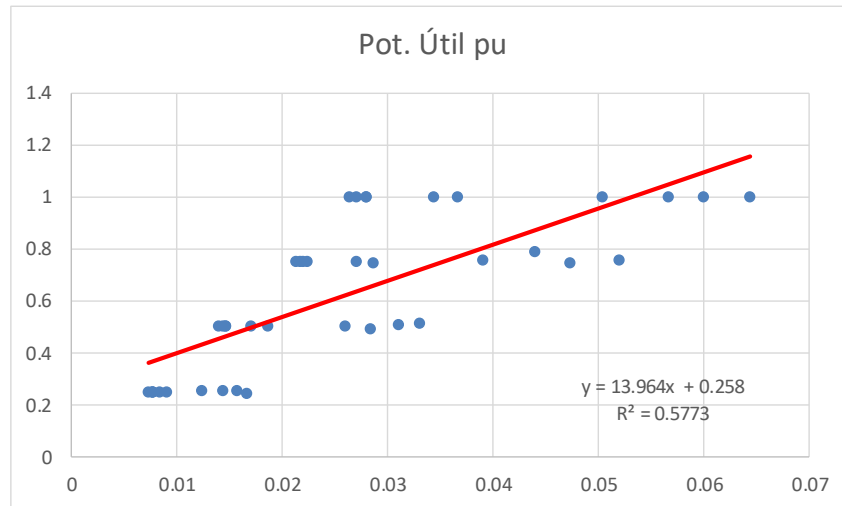


Figura 6-88 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

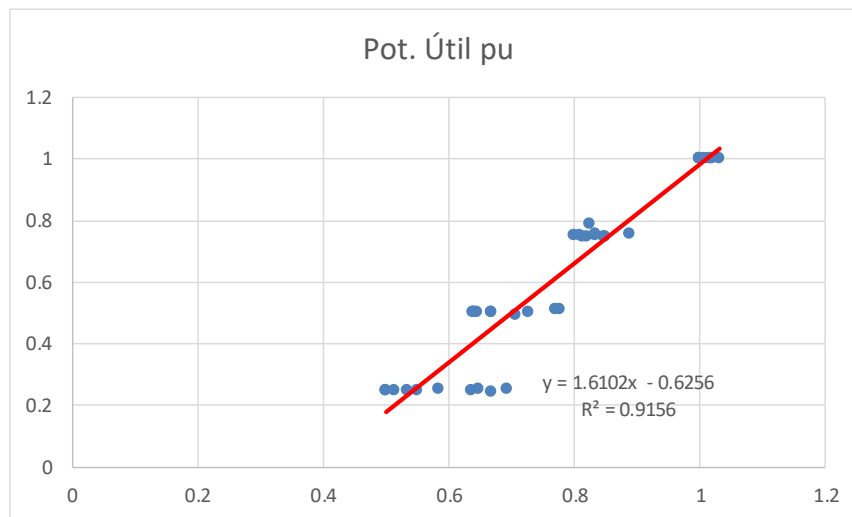


Figura 6-89 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

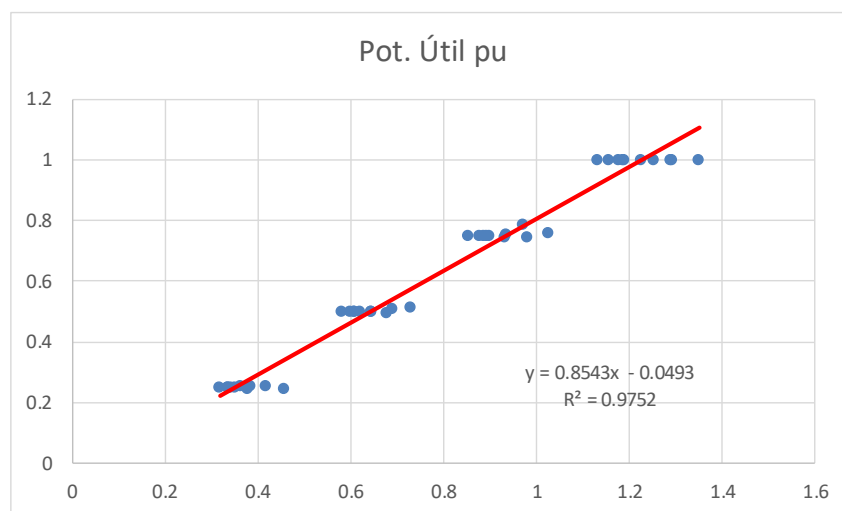


Figura 6-90 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

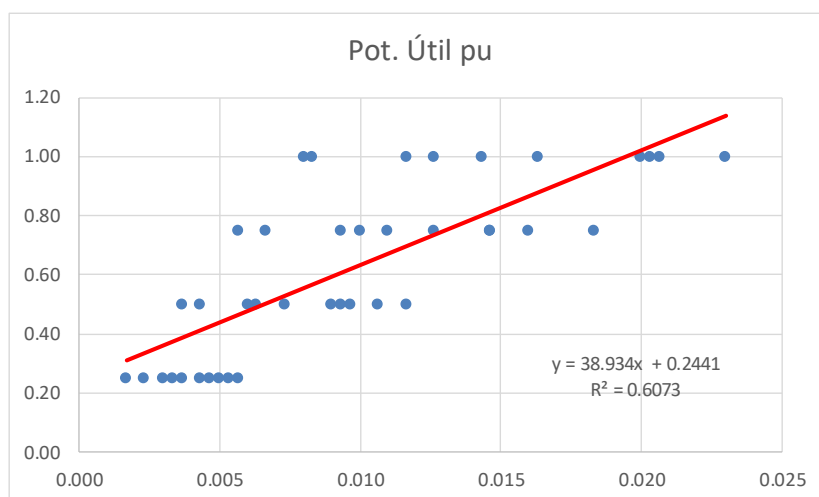


Figura 6-91 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

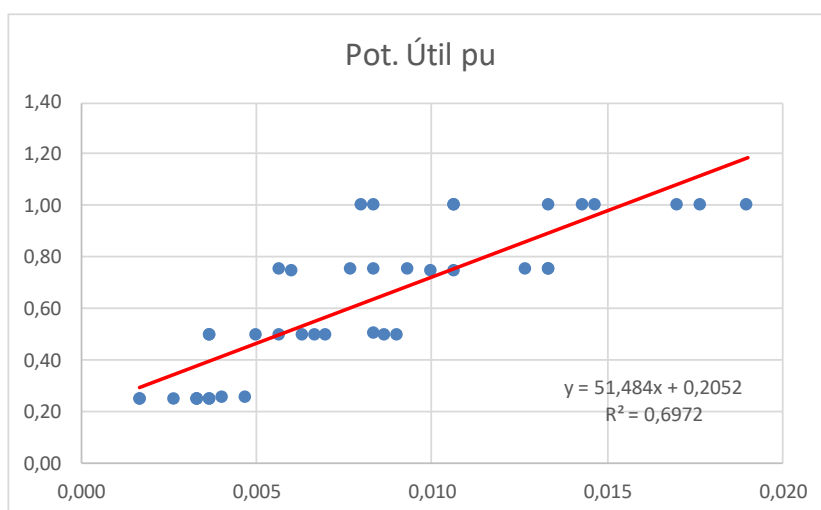


Figura 6-92 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

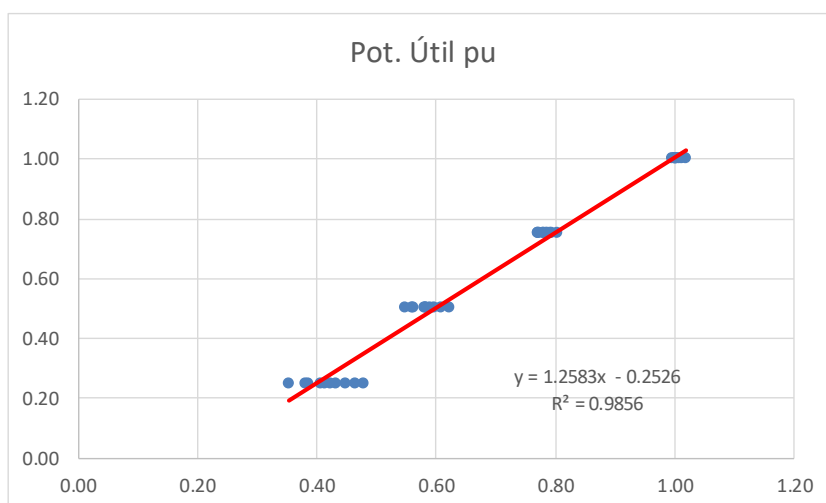


Figura 6-93 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

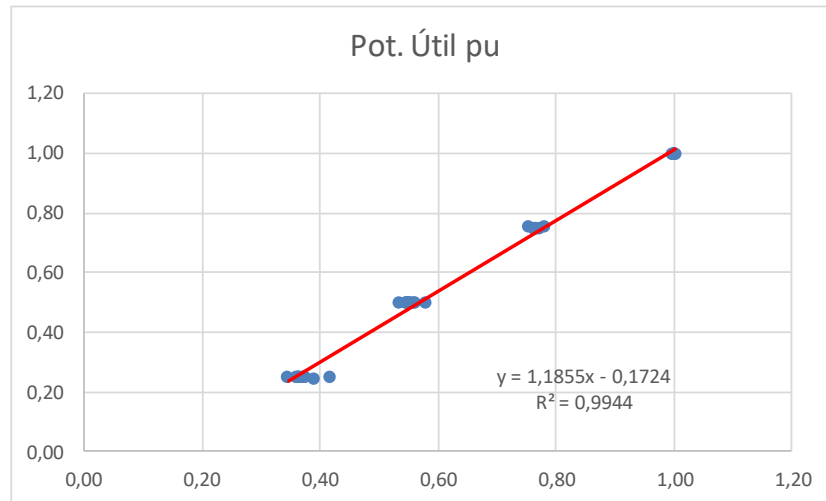


Figura 6-94 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

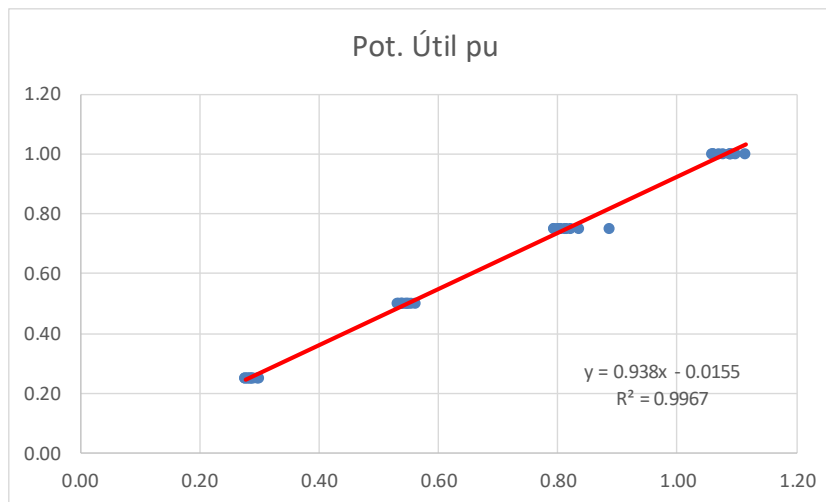


Figura 6-95 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

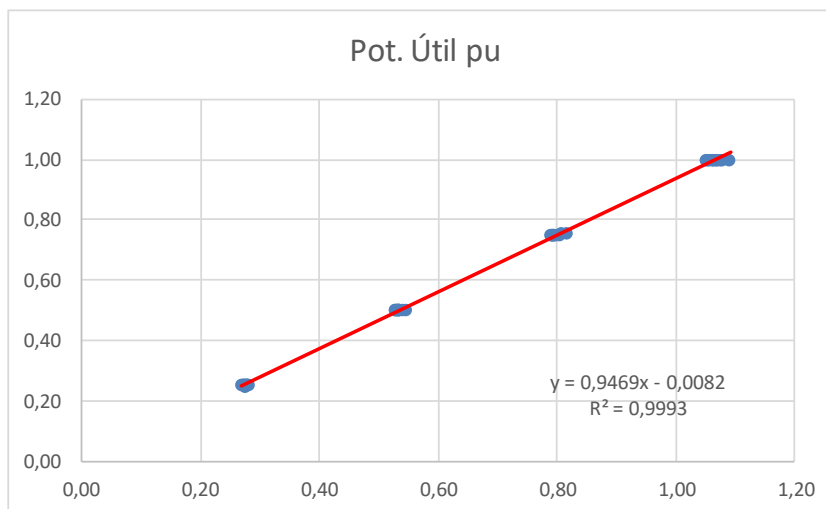


Figura 6-96 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

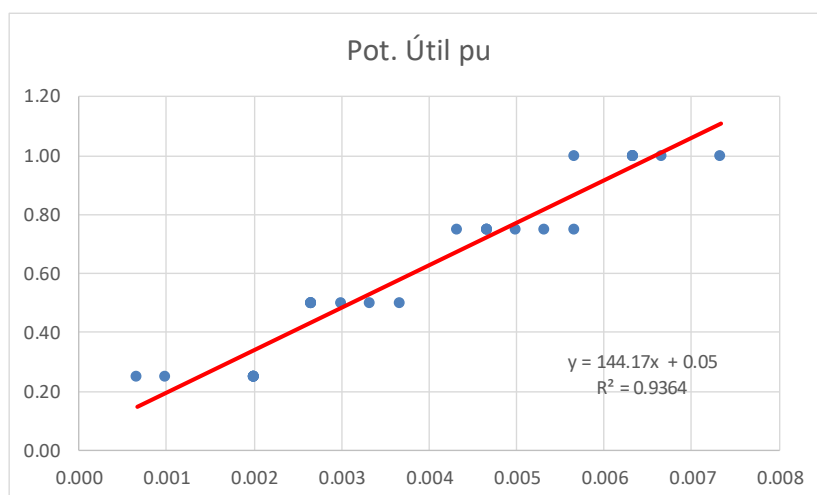


Figura 6-97 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

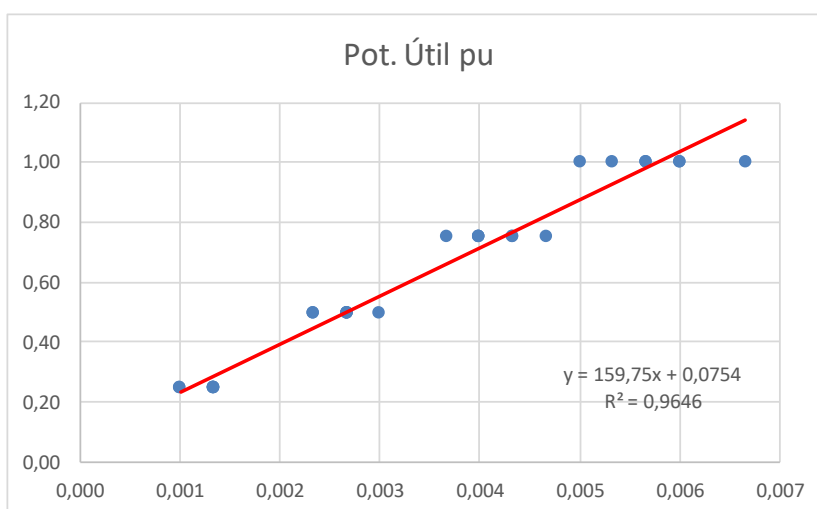


Figura 6-98 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

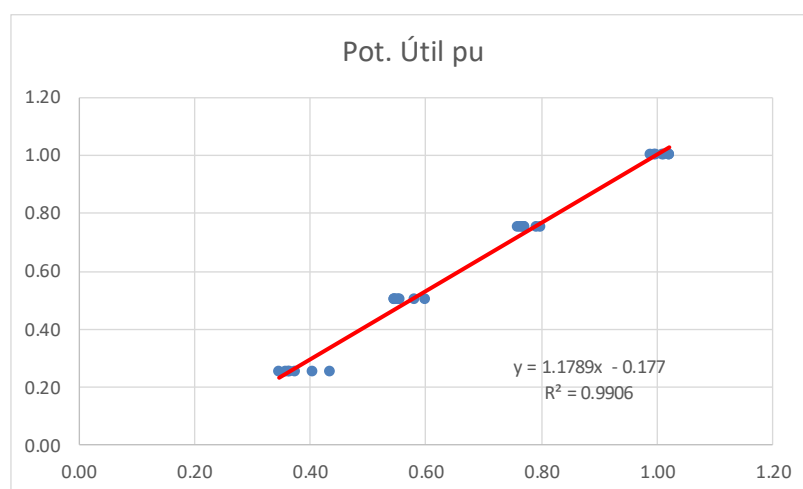


Figura 6-99 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

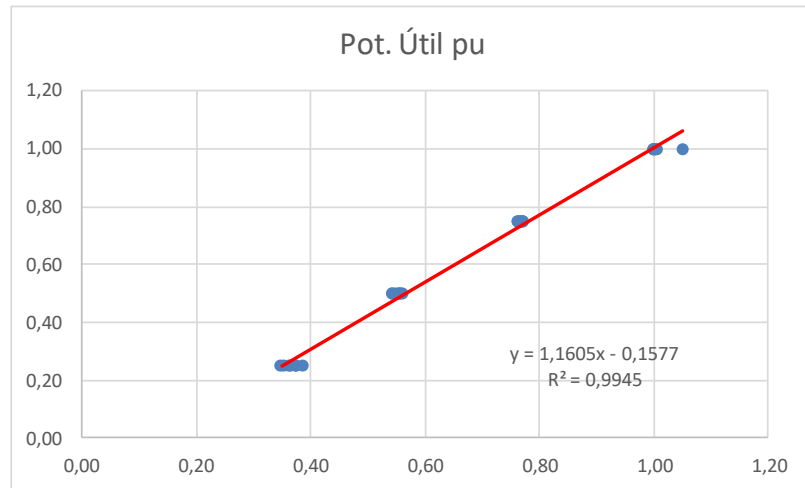


Figura 6-100 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

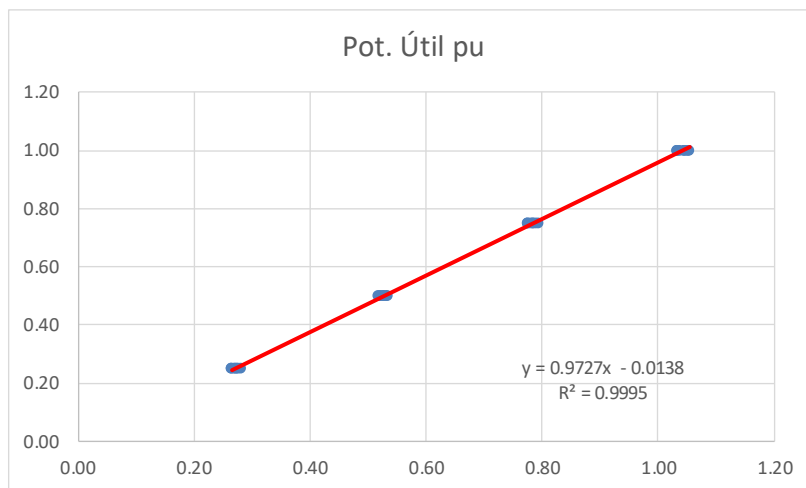


Figura 6-101 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

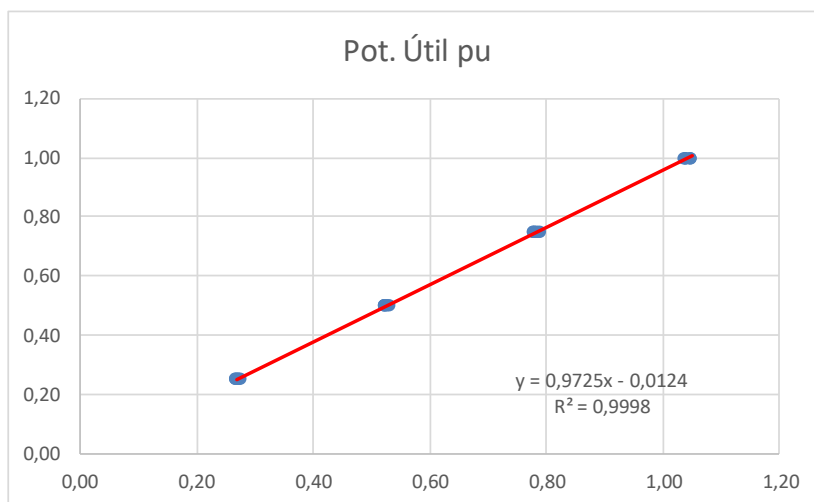


Figura 6-102 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $P_{pu} \geq 100kW$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

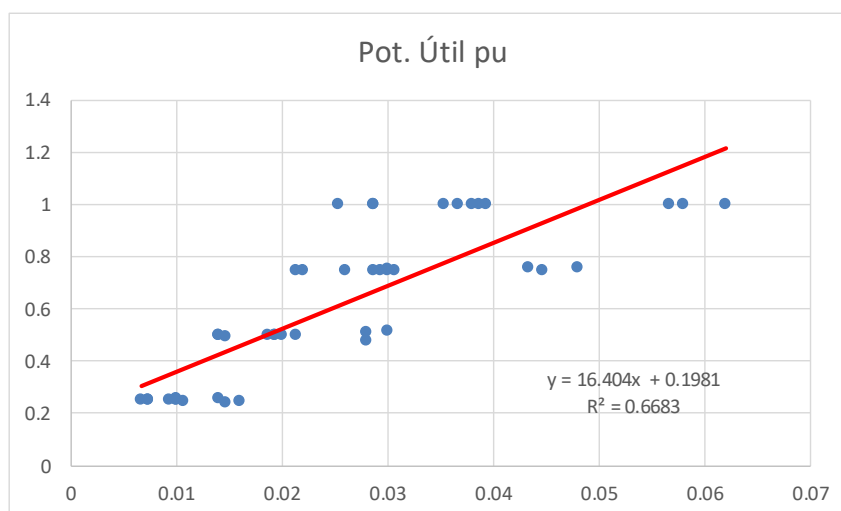


Figura 6-103 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

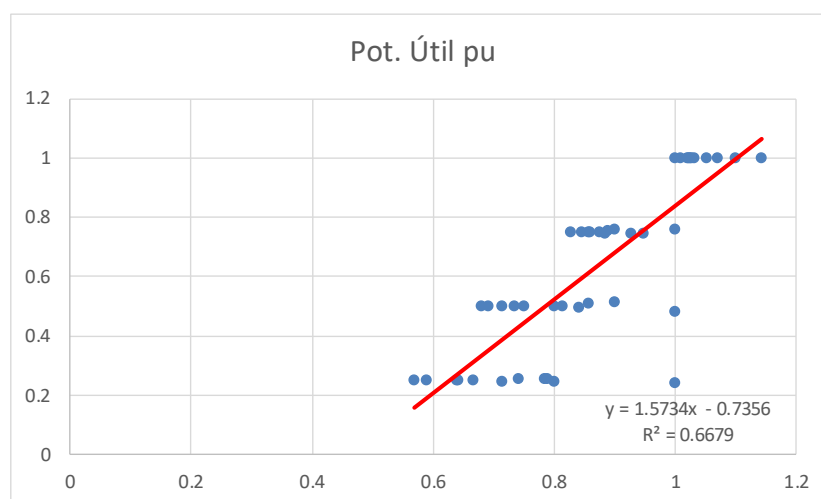


Figura 6-104 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

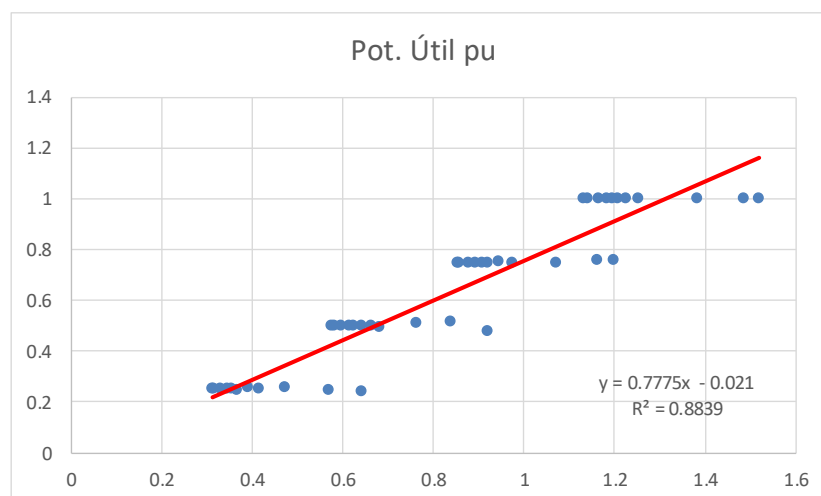


Figura 6-105 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

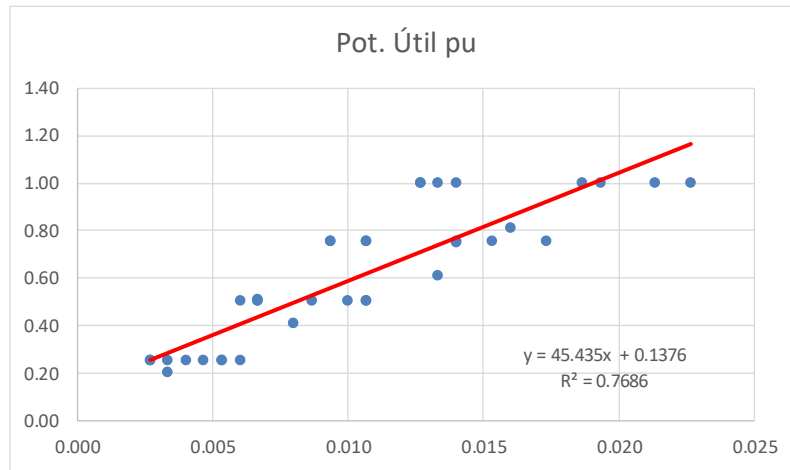


Figura 6-106 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

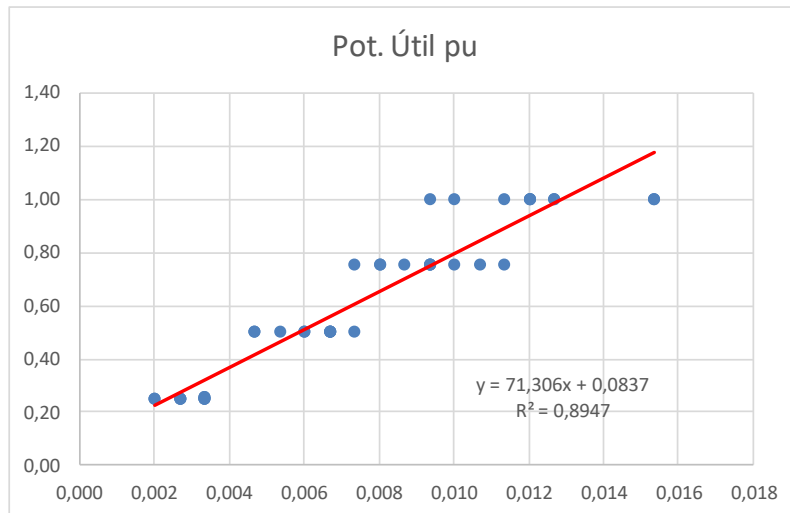


Figura 6-107 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

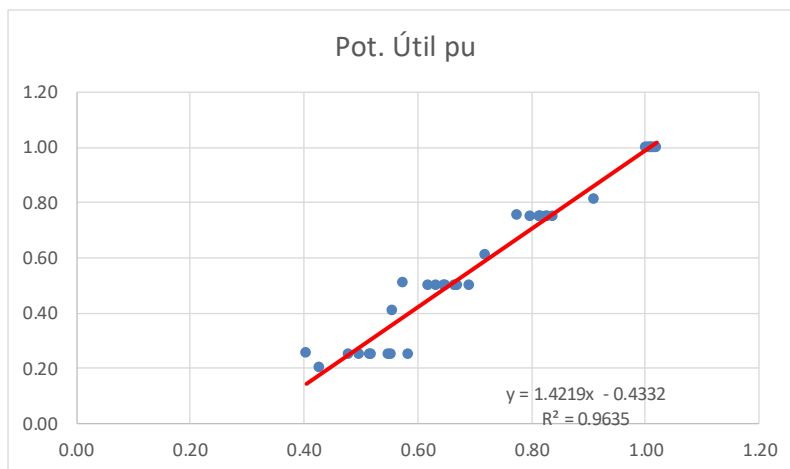


Figura 6-108 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

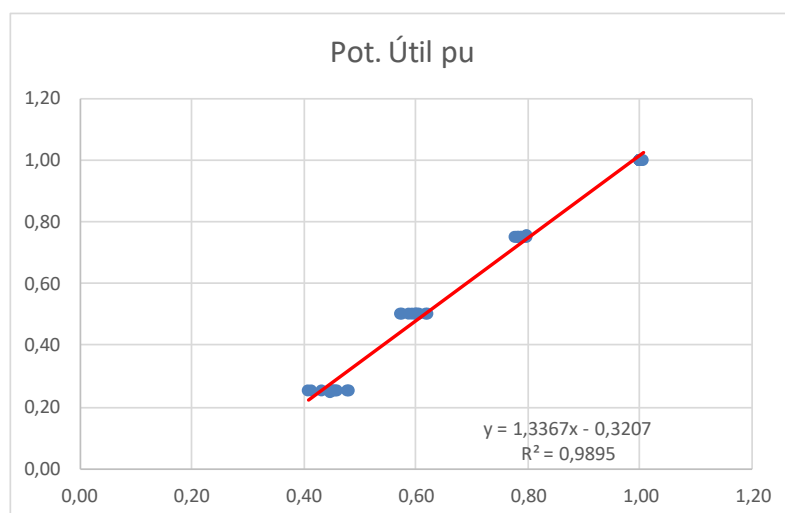


Figura 6-109 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

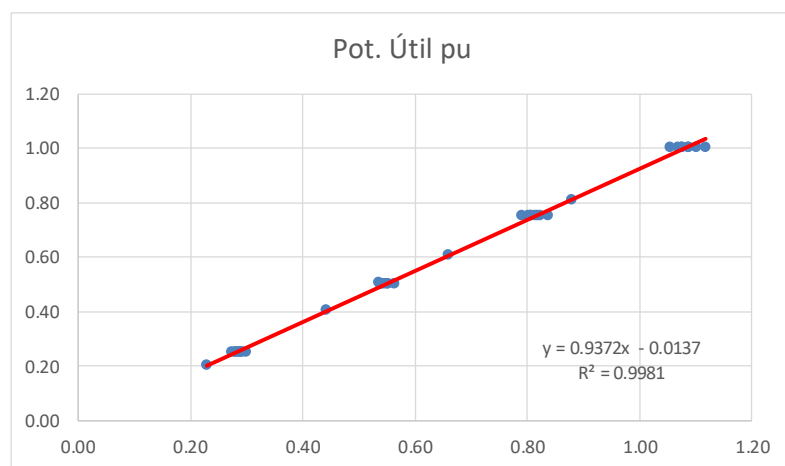


Figura 6-110 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

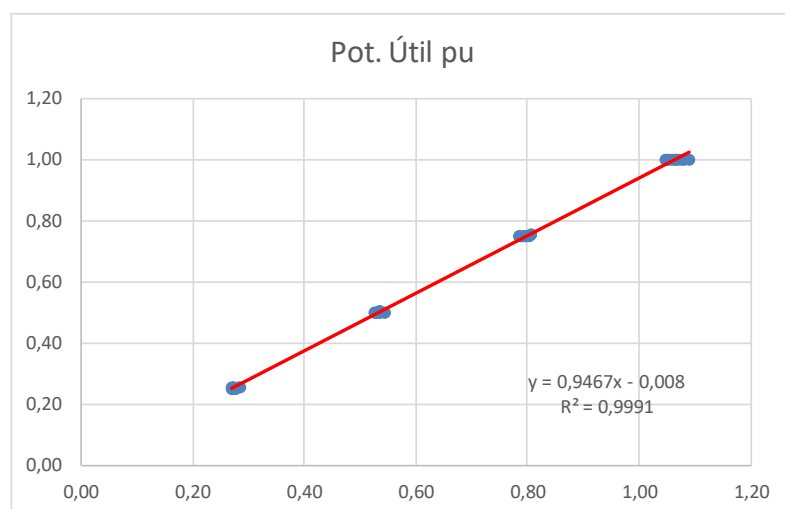


Figura 6-111 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

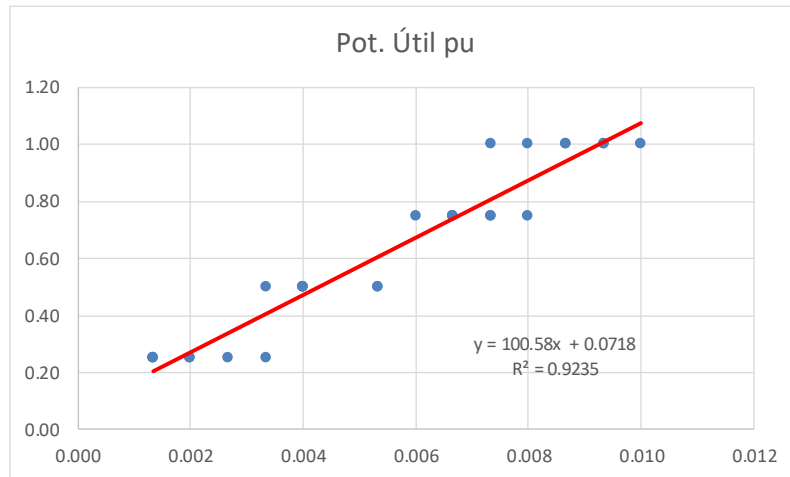


Figura 6-112 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

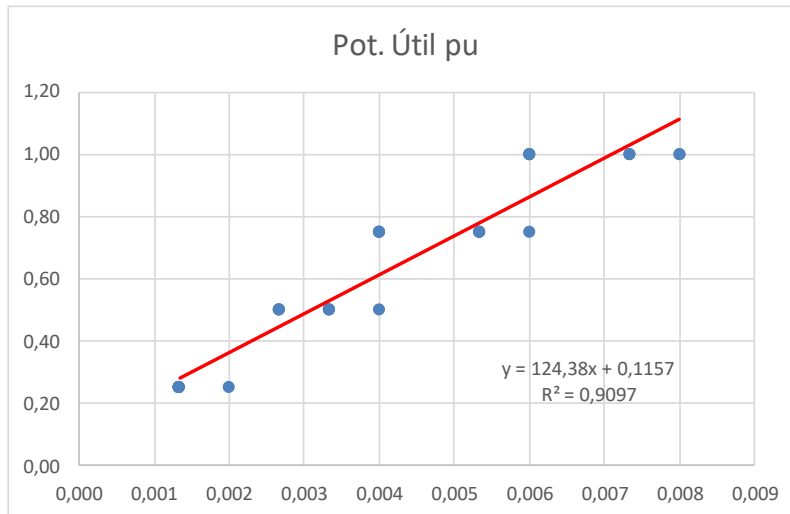


Figura 6-113 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

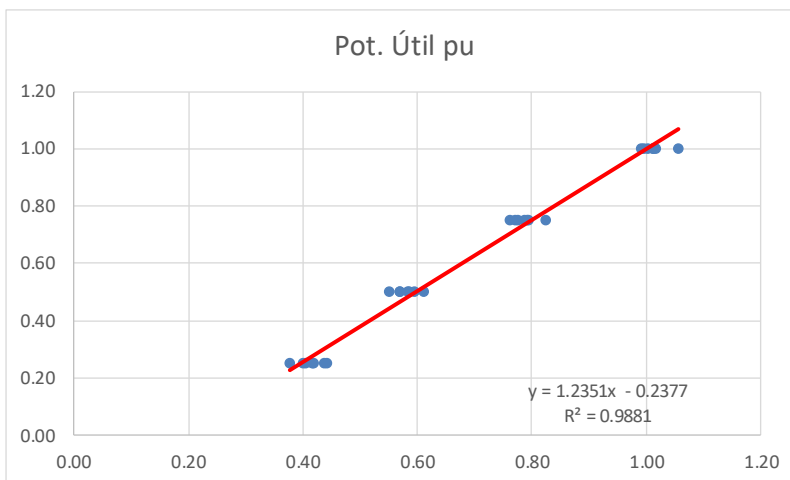


Figura 6-114 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

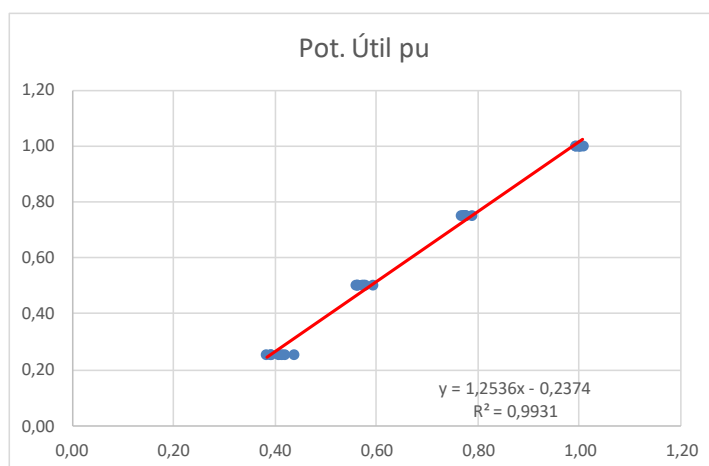


Figura 6-115 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

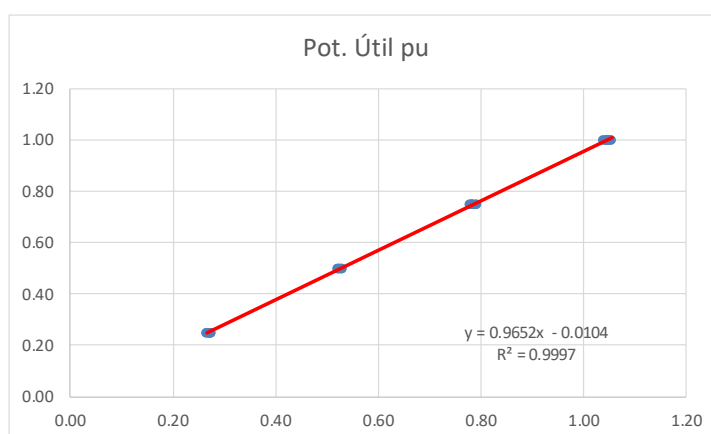


Figura 6-116 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

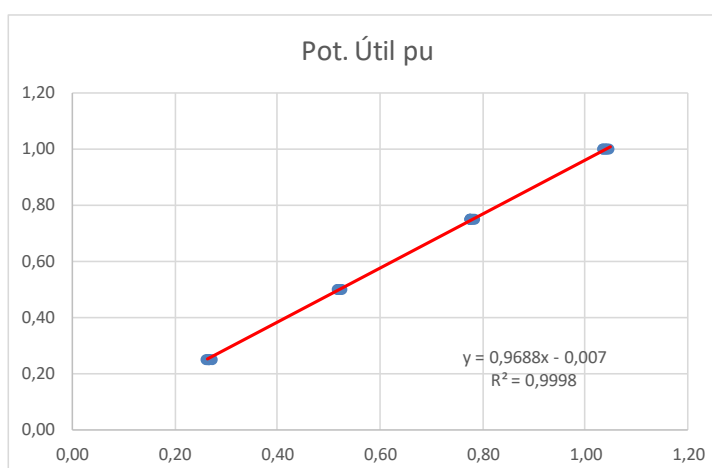


Figura 6-117 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $P_{pu} \geq 100kW$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

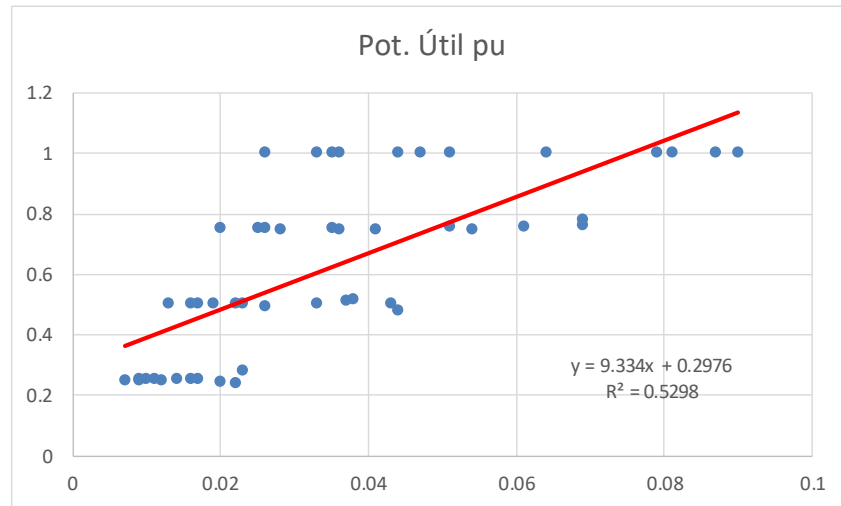


Figura 6-118 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

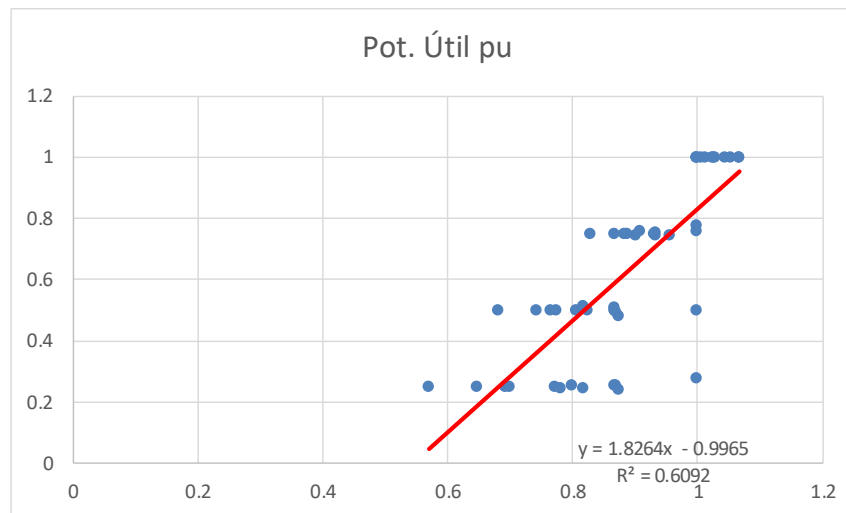


Figura 6-119 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

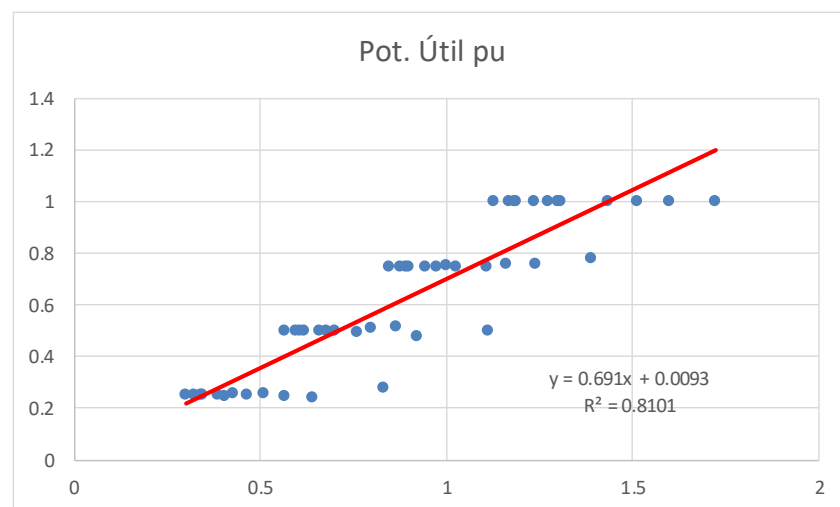


Figura 6-120 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

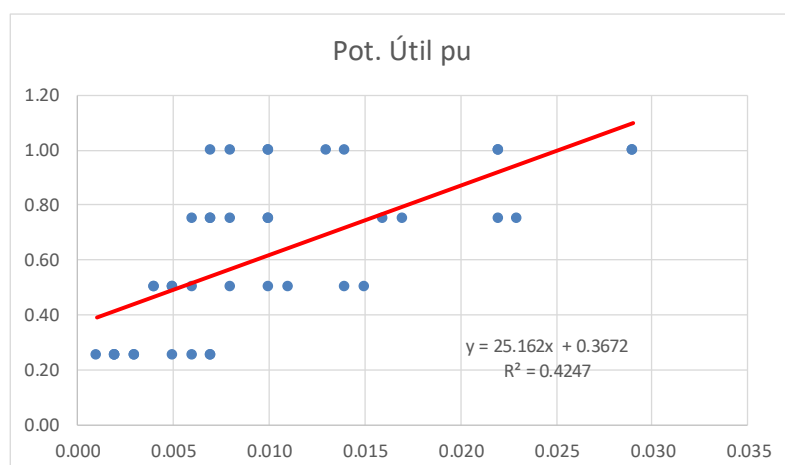


Figura 6-121 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

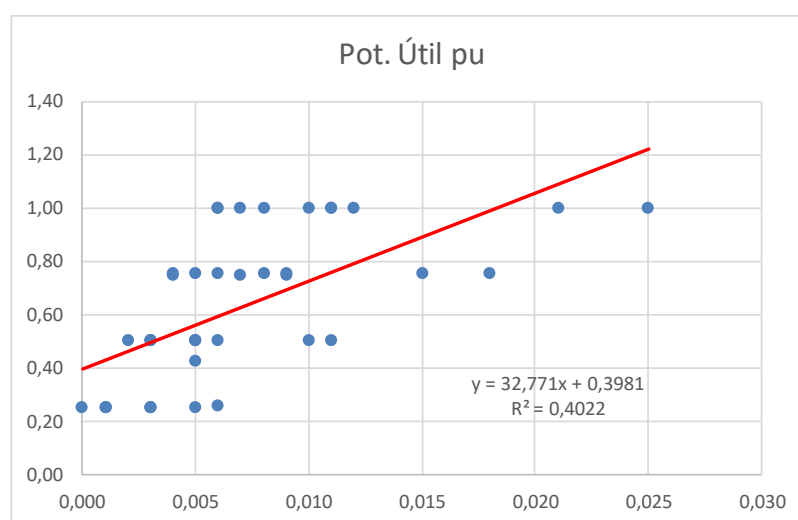


Figura 6-122 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

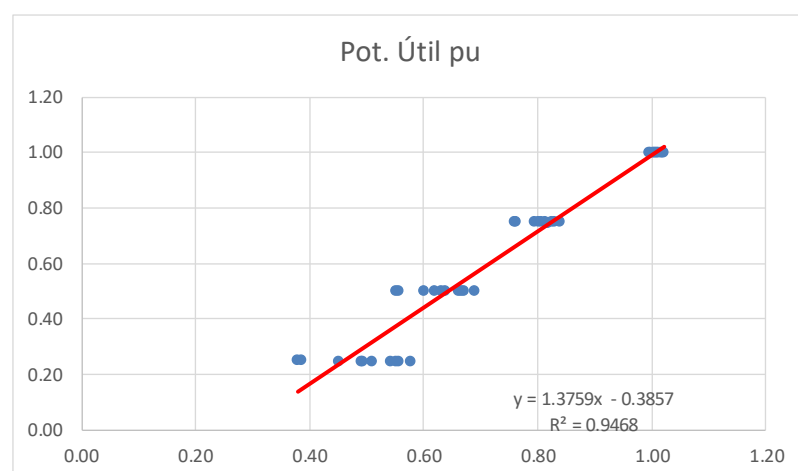


Figura 6-123 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

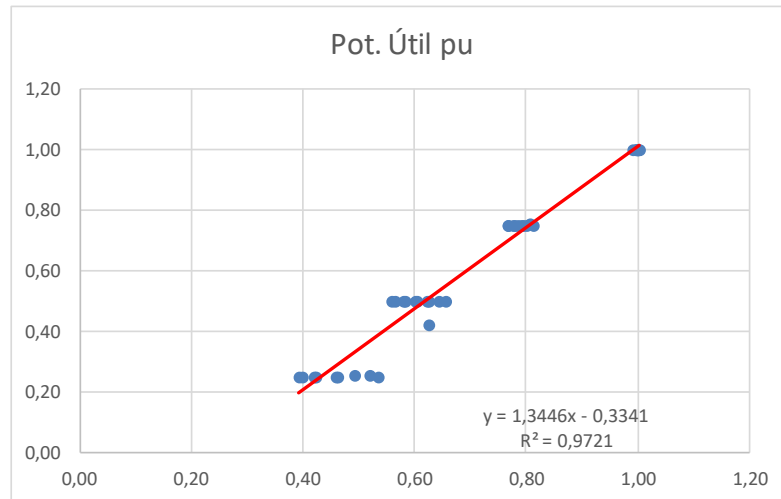


Figura 6-124 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

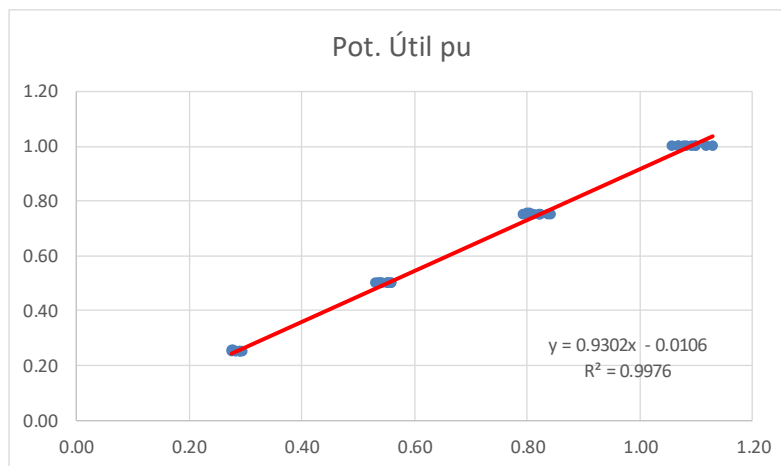


Figura 6-125 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

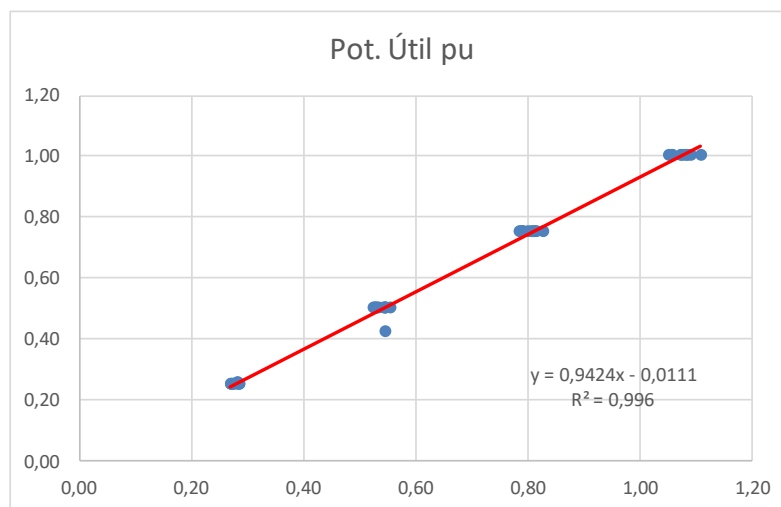


Figura 6-126 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$

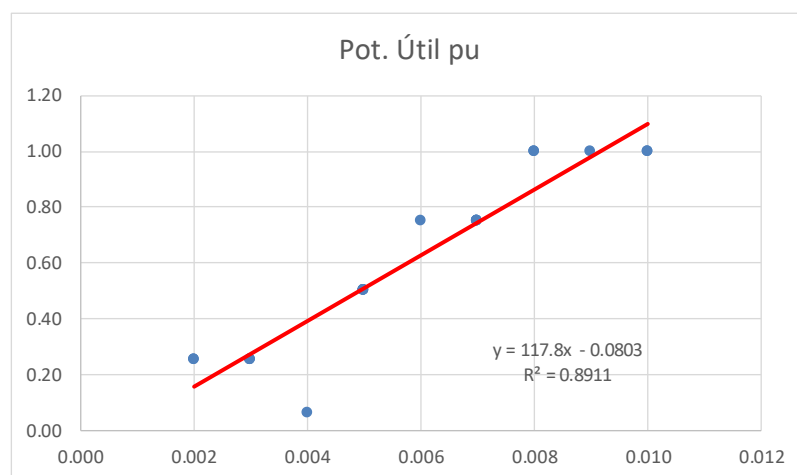


Figura 6-127 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

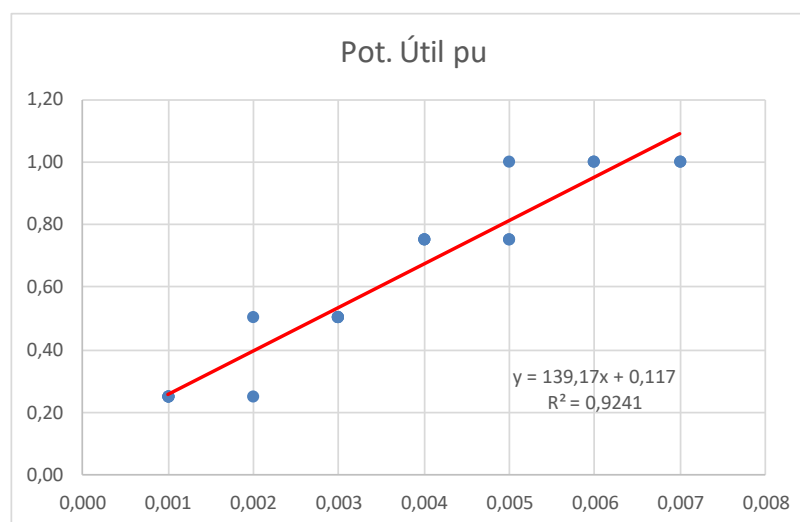


Figura 6-128 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(s)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (s)$.

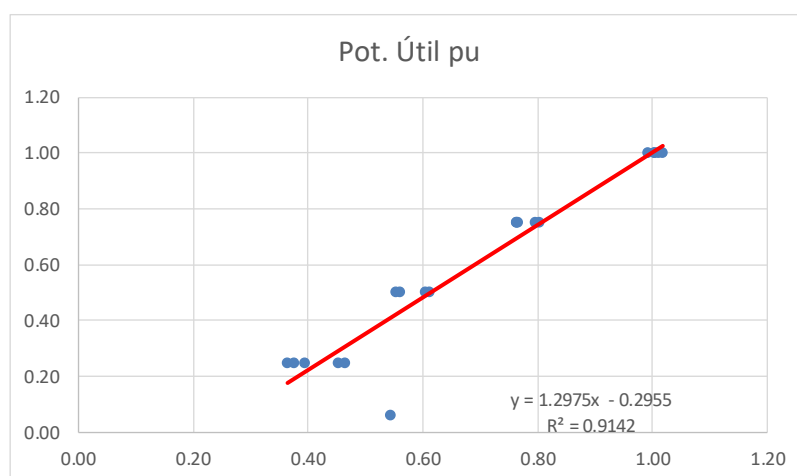


Figura 6-129 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

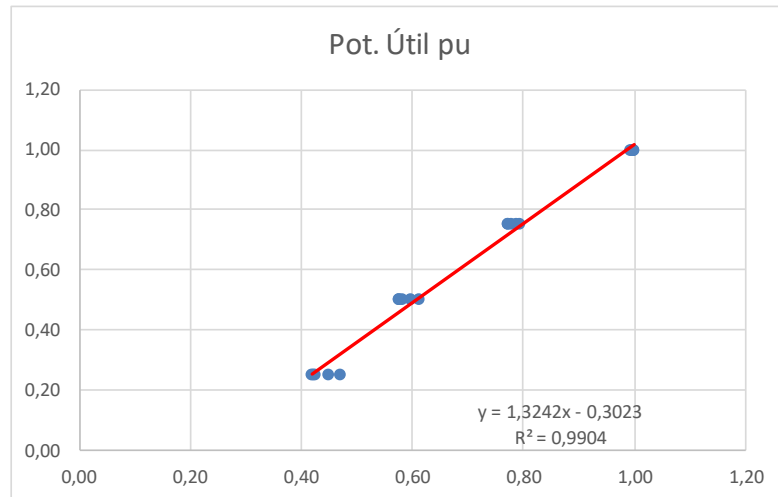


Figura 6-130 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I)$. $Y = (P_{pu})$; $X = (I)$.

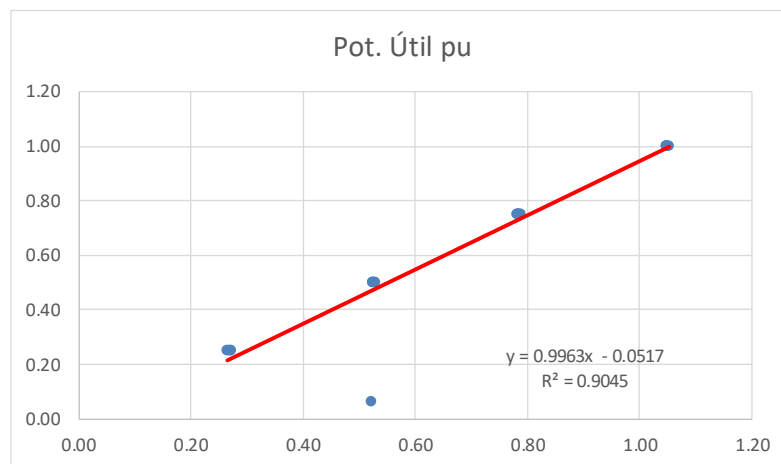


Figura 6-131 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

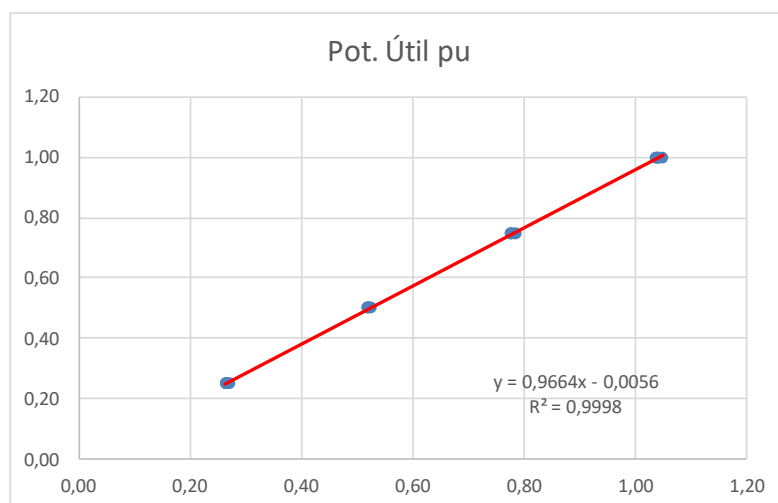


Figura 6-132 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs})$. $Y = (P_{pu})$; $X = (P_{abs})$.

De las Fig 88-132 sustituyendo β_0 y β_1 en sus respectivas ecuaciones de estimación de la potencia mecánica útil se obtienen las siguientes ecuaciones:

- IE2

- $[P_{pu} \leq 10kW]$

- 3000 rev/min,

$$P_{pu}(s) = 0.258 + 13.964 * s; R^2 = 0.5773$$

$$P_{pu}(I) = -0.6256 + 1.6102 * I; R^2 = 0.9156$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0493 + 0.8543 * P_{abs}; R^2 = 0.9752$$

- 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.1981 + 16.404 * s; R^2 = 0.6683$$

$$P_{pu}(I) = -0.7356 + 1.5734 * I; R^2 = 0.6679$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.021 + 0.7775 * P_{abs}; R^2 = 0.8839$$

- 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.2976 + 9.334 * s; R^2 = 0.5298$$

$$P_{pu}(I) = -0.9965 + 1.8264 * I; R^2 = 0.6092$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = 0.0093 + 0.691 * P_{abs}; R^2 = 0.8101$$

- $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$

- 3000 rev/min,

$$P_{pu}(s) = 0.2441 + 38.934 * s; R^2 = 0.6073$$

$$P_{pu}(I) = -0.2526 + 1.2583 * I; R^2 = 0.9856$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0155 + 0.938 * P_{abs}; R^2 = 0.9967$$

- 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.1376 + 45.435 * s; R^2 = 0.7686$$

$$P_{pu}(I) = -0.4332 + 1.4219 * I; R^2 = 0.9635$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0137 + 0.9372 * P_{abs}; R^2 = 0.9981$$

- 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.3672 + 25.162 * s; R^2 = 0.4247$$

$$P_{pu}(I) = -0.3857 + 1.3759 * I; R^2 = 0.9468$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0106 + 0.9302 * P_{abs}; R^2 = 0.9976$$

- $[P_{pu} \geq 100kW]$

- 3000 rev/min,

$$P_{pu}(s) = 0.05 + 144.17 * s; R^2 = 0.9364$$

$$P_{pu}(I) = -0.177 + 1.1789 * I; R^2 = 0.9906$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0138 + 0.9727 * P_{abs}; R^2 = 0.9995$$

- 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.0718 + 100.58 * s; R^2 = 0.9235$$

$$P_{pu}(I) = -0.2377 + 1.2351 * I; R^2 = 0.9881$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0104 + 0.9652 * P_{abs}; R^2 = 0.9997$$

- 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = -0.0803 + 117.8 * s; R^2 = 0.8911$$

$$P_{pu}(I) = -0.2955 + 1.2975 * I; R^2 = 0.9142$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0517 + 0.9963 * P_{abs}; R^2 = 0.9045$$

- IE3

- $[10kW \leq P_{pu} \leq 100kW]$

- 3000 rev/min,

$$P_{pu}(s) = 0.2052 + 51.484 * s; R^2 = 0.6972$$

$$P_{pu}(I) = -0.1724 + 1.1855 * I; R^2 = 0.9944$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0082 + 0.9469 * P_{abs}; R^2 = 0.9993$$

- 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.0837 + 71.306 * s; R^2 = 0.8947$$

$$P_{pu}(I) = -0.3207 + 1.3367 * I; R^2 = 0.9895$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.008 + 0.9467 * P_{abs}; R^2 = 0.9991$$

- 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.3981 + 32.771 * s; R^2 = 0.4022$$

$$P_{pu}(I) = -0.3341 + 1.3446 * I; R^2 = 0.9721$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0111 + 0.9424 * P_{abs}; R^2 = 0.996$$

○ $[P_{pu} \geq 100kW]$

▪ 3000 rev/min,

$$P_{pu}(s) = 0.0754 + 159.75 * s; R^2 = 0.9646$$

$$P_{pu}(I) = -0.1577 + 1.1605 * I; R^2 = 0.9945$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0124 + 0.9725 * P_{abs}; R^2 = 0.9998$$

▪ 1500 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.1157 + 124.38 * s; R^2 = 0.9097$$

$$P_{pu}(I) = -0.2374 + 1.2536 * I; R^2 = 0.9931$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.007 + 0.9688 * P_{abs}; R^2 = 0.9998$$

▪ 1000 rev/min

$$P_{pu}(s) = 0.117 + 139.17 * s; R^2 = 0.9241$$

$$P_{pu}(I) = -0.3023 + 1.3242 * I; R^2 = 0.9904$$

$$P_{pu}(P_{abs}) = -0.0056 + 0.9964 * P_{abs}; R^2 = 0.9998$$

6.3.4.1 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Tabla 6-46. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99214359
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,07109461
Variable X 1	1,02922557
Variable X 2	-4,41921446

De la tabla 6-46 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.07109 + 1.0292 * P_{abs} - 4.4192 * s; R^2 = 0.9921$$

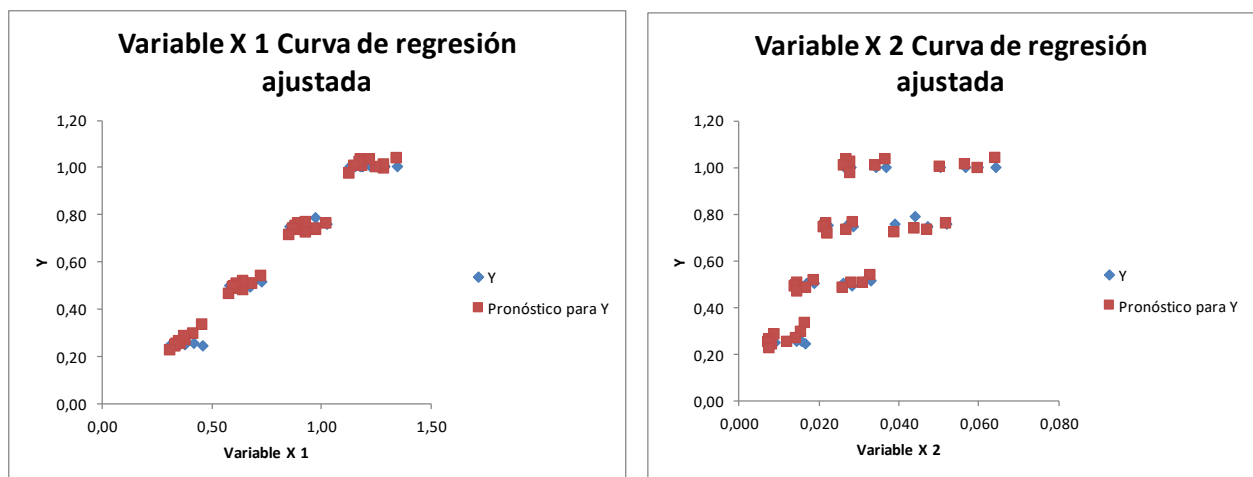


Figura 6-133 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

Tabla 6-47. Resumen IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \leq 10kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,90629249
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,06771542
Variable X 1	1,08672664
Variable X 2	-8,08018122

De la tabla 6-47 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0677 + 1.0867 * P_{abs} - 8.0801 * s; R^2 = 0.9062$$

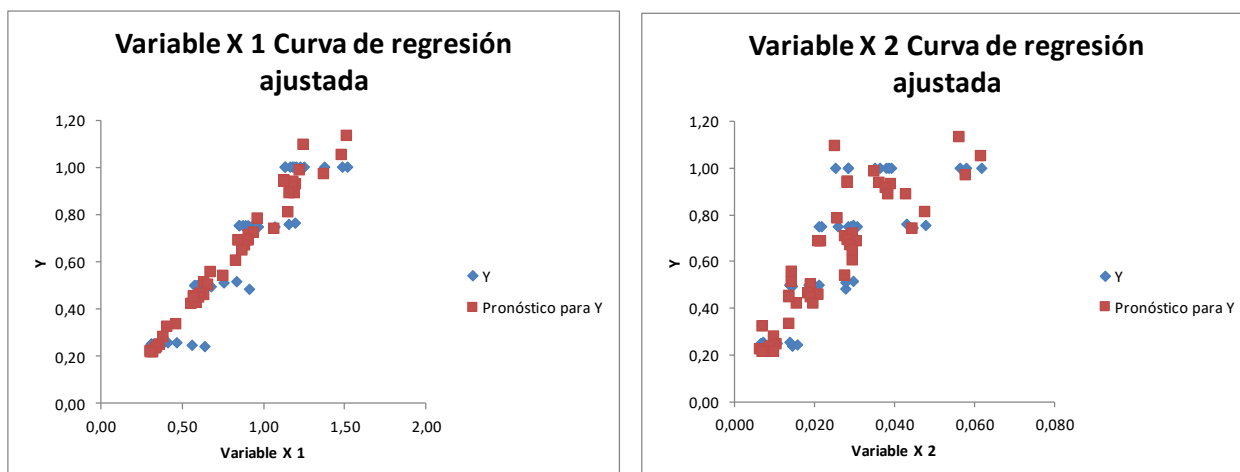


Figura 6-134 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \leq 10kW$] $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6-48. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,87066179
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,10047663
Variable X 1	1,12699917
Variable X 2	-7,93676979

De la tabla 6-48 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.1004 + 1.1269 * P_{abs} - 7.9367 * s; R^2 = 0.8706$$

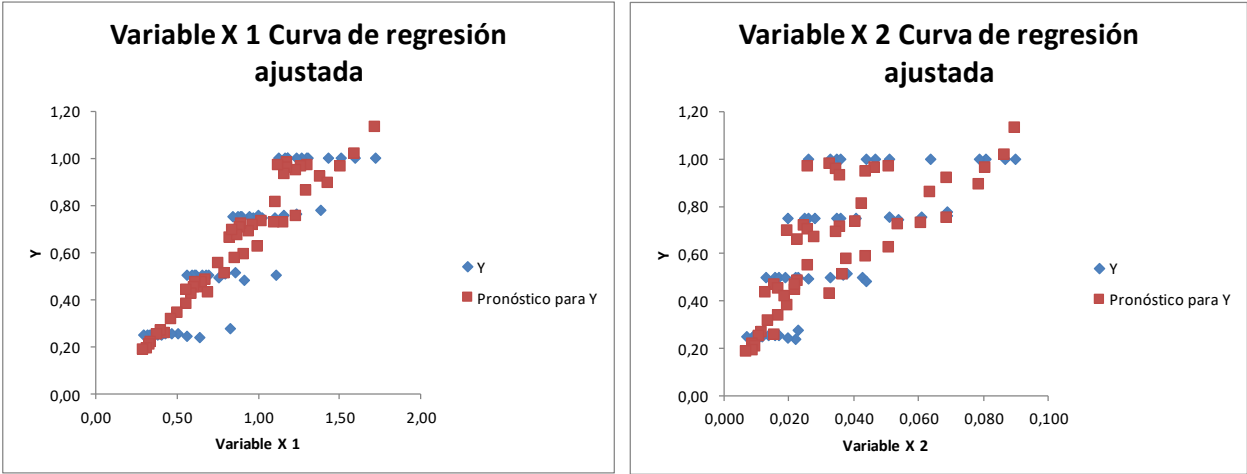


Figura 6-135 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, s)$. X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

Tabla 6-49. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99768213
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,01674215
Variable X 1	0,97686605
Variable X 2	-2,58541962

De la tabla 6-49 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0167 + 0.9768 * P_{abs} - 2.2854 * s; R^2 = 0.9976$$

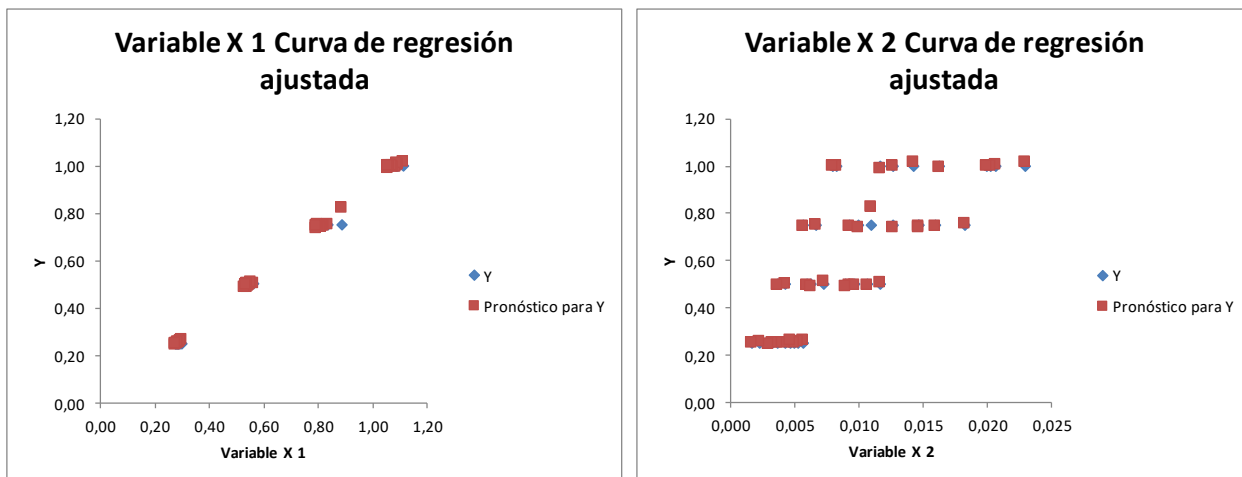


Figura 6-136 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$
 $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

Tabla 6-50. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99972544
Coeficientes	
Intercepción	-0,00949401
Variable X 1	0,97857598
Variable X 2	-2,43601062

De la tabla 6-50 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0094 + 0.9785 * P_{abs} - 2.4360 * s; R^2 = 0.99972$$

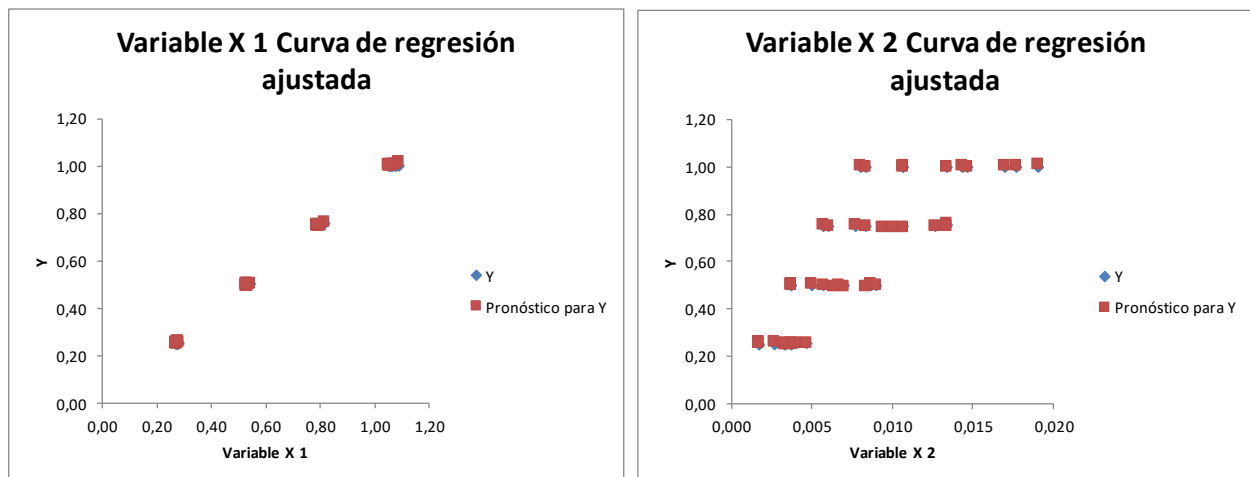


Figura 6-137 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$.
X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6-51. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99935696
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,01511963
Variable X 1	1,00203155
Variable X 2	-4,00787998

De la tabla 6-51 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0151 + 1.0020 * P_{abs} - 4.0078 * s; R^2 = 0.99935$$

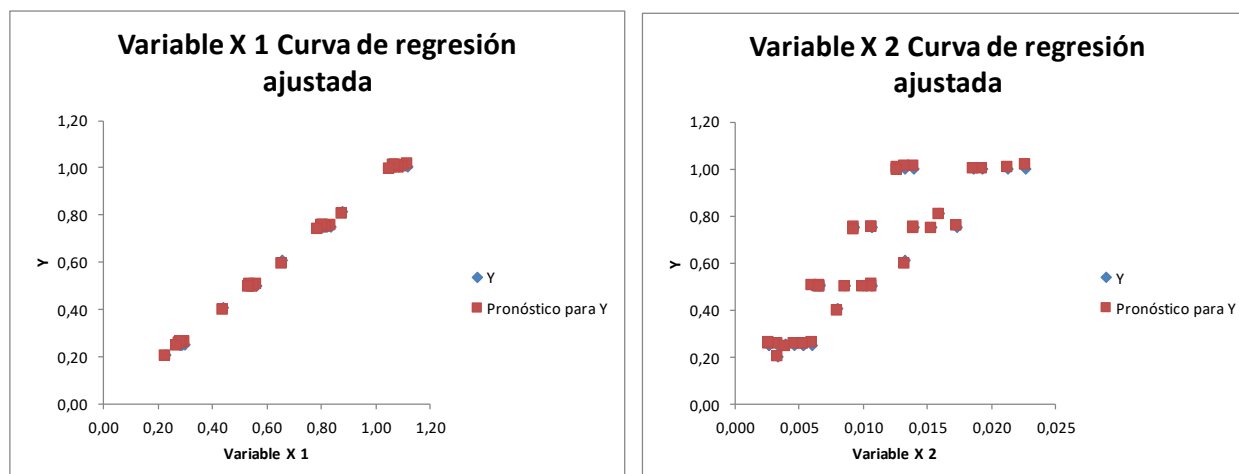


Figura 6-138 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$.
 $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

Tabla 6-52. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99956197
Coeficientes	
Intercepción	-0,01003828
Variable X 1	1,00755753
Variable X 2	-5,08642601

De la tabla 6-52 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0100 + 1.0075 * P_{abs} - 5.0864 * s; R^2 = 0.99956$$

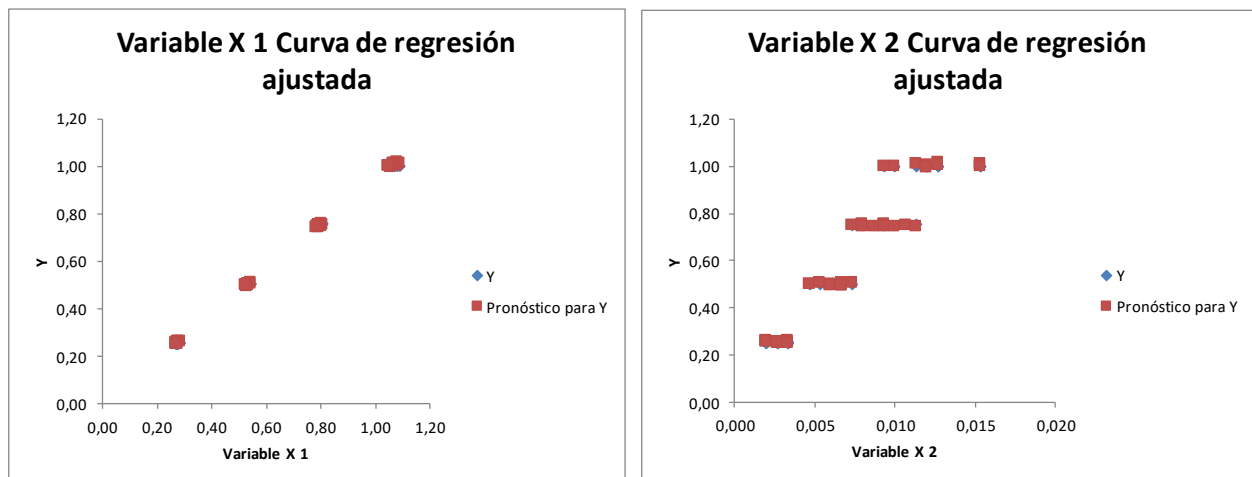


Figura 6-139 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$
 $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

Tabla 6-53. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,9995335
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,01305944
Variable X 1	0,96875183
Variable X 2	-2,33723372

De la tabla 6-53 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0130 + 0.9687 * P_{abs} - 2.3372 * s; R^2 = 0.99953$$

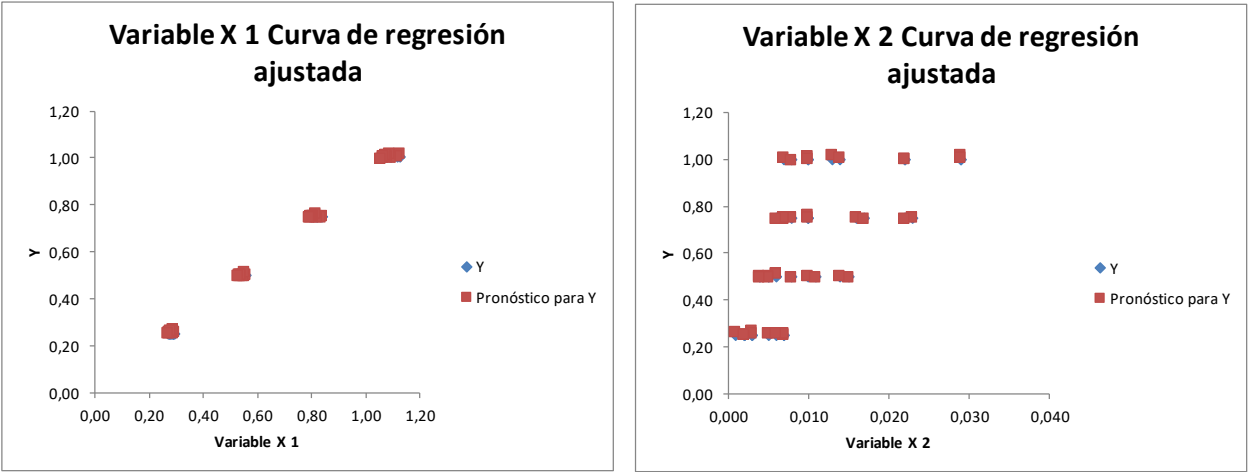


Figura 6-140 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$
 $X1 = (P_{abs}); X2 = (s)$

Tabla 6-54. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99726044
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,01388891
Variable X 1	0,97157162
Variable X 2	-2,41095566

De la tabla 6-54 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0138 + 0.9715 * P_{abs} - 2.4109 * s; R^2 = 0.9972$$

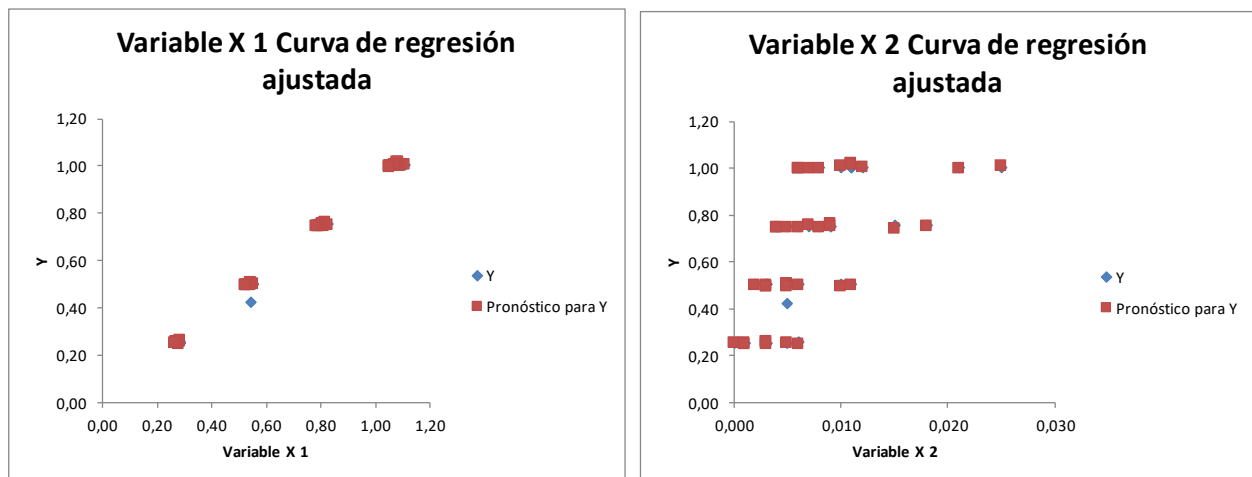


Figura 6-141 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$.
 $X1 = (P_{abs})$; $X2 = (s)$

Tabla 6-55. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99961783
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,01504024
Variable X 1	1,01695559
Variable X 2	-6,97657653

De la tabla 6-55 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0150 + 1.0169 * P_{abs} - 6.9765 * s; R^2 = 0.99961$$

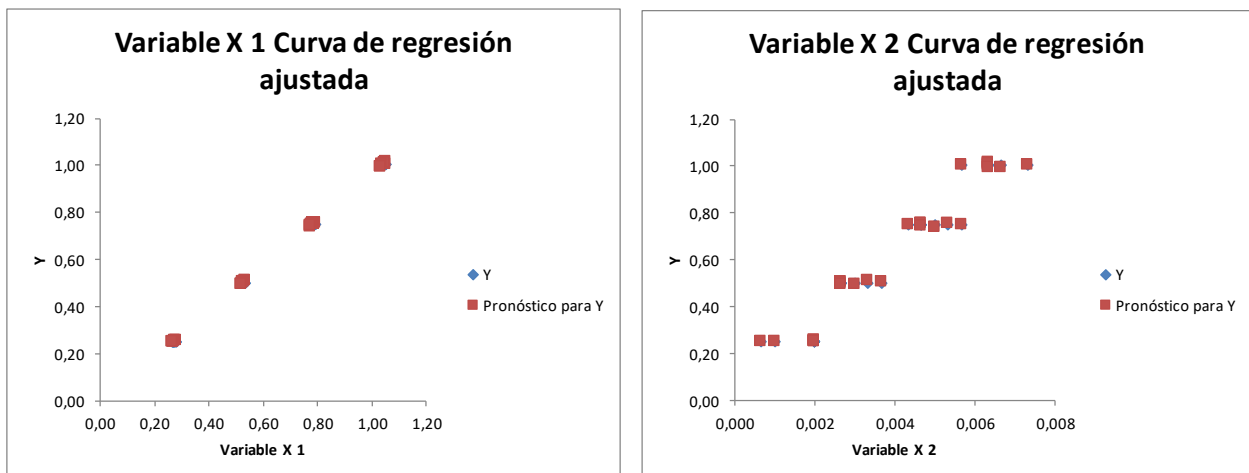


Figura 6-142 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$ X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

Tabla 6-56. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99980854
Coeficientes	
Intercepción	-0,01341497
Variable X 1	0,98706839
Variable X 2	-2,48351895

De la tabla 6-56 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0134 + 0.9870 * P_{abs} - 2.4835 * s; R^2 = 0.99980$$

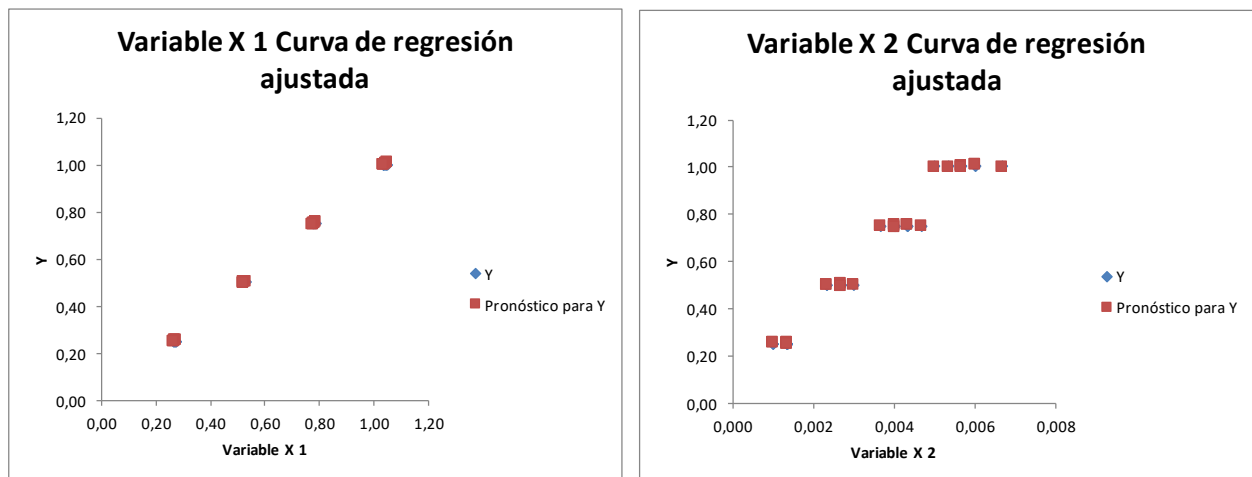


Figura 6-143 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$ X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

Tabla 6-57. Resumen IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99974463
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,01038527
Variable X 1	0,96538798
Variable X 2	-0,02470292

De la tabla 6-57 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0103 + 0.9653 * P_{abs} - 0.0247 * s; R^2 = 0.99974$$

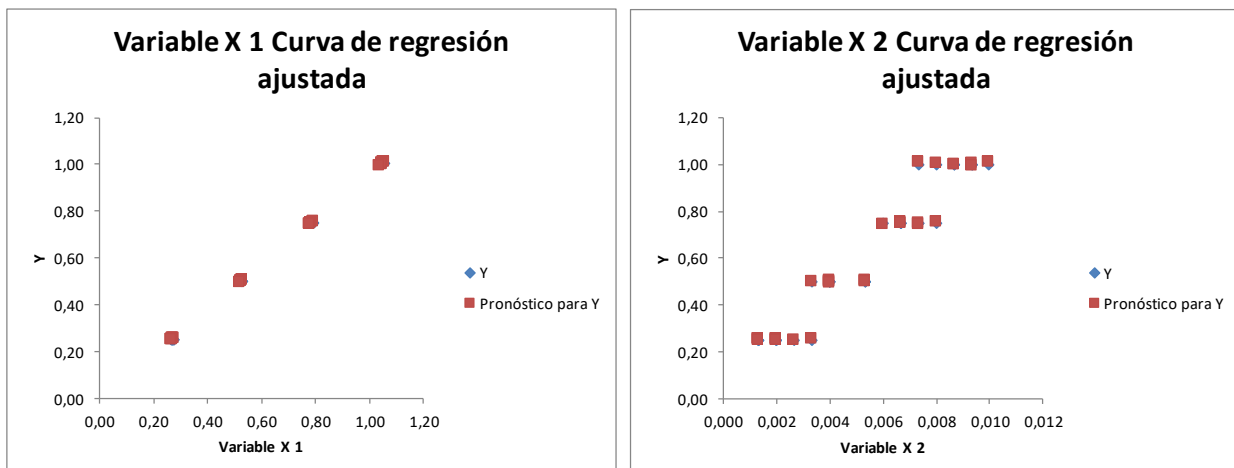


Figura 6-144 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, s)$ X1 = (P_{abs}); X2 = (s)

Tabla 6–58. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99985926
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,00824757
Variable X 1	0,98584228
Variable X 2	-2,40620974

De la tabla 6-58 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0082 + 0.9858 * P_{abs} - 2.4062 * s; R^2 = 0.99985$$

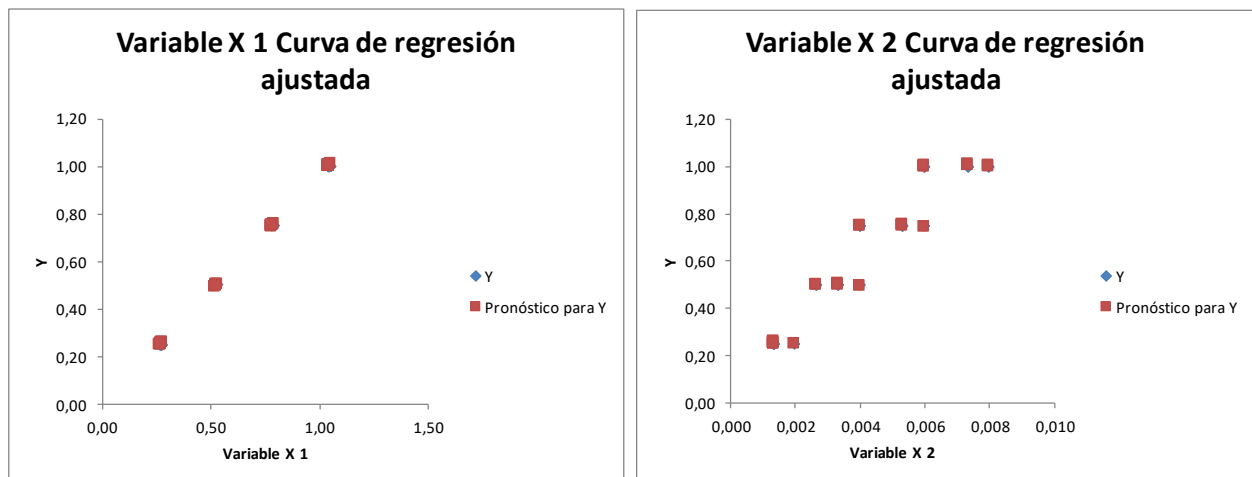


Figura 6-145 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$ X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

Tabla 6-59. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,91166264
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,07130783
Variable X 1	0,6337478
Variable X 2	44,4618847

De la tabla 6-59 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0713 + 0.6337 * P_{abs} + 44.4618 * s; R^2 = 0.9116$$

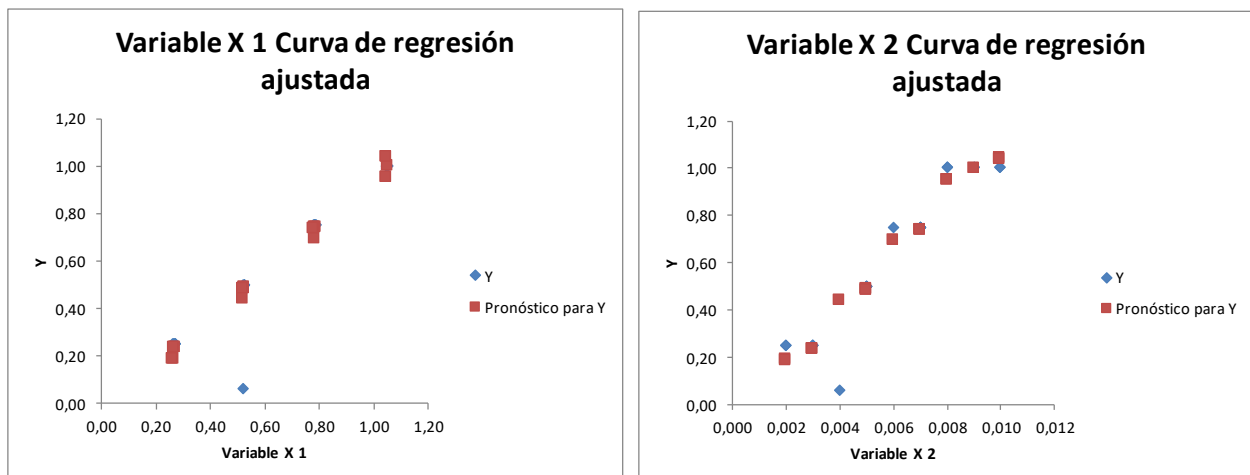


Figura 6-146 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$ X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

Tabla 6-60. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99984573
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,00430996
Variable X 1	0,95039459
Variable X 2	2,50095869

De la tabla 6-60 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X1, y β_2 = variable X2. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.4) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, s) = -0.0043 + 0.9503 * P_{abs} + 2.5009 * s; R^2 = 0.99984$$

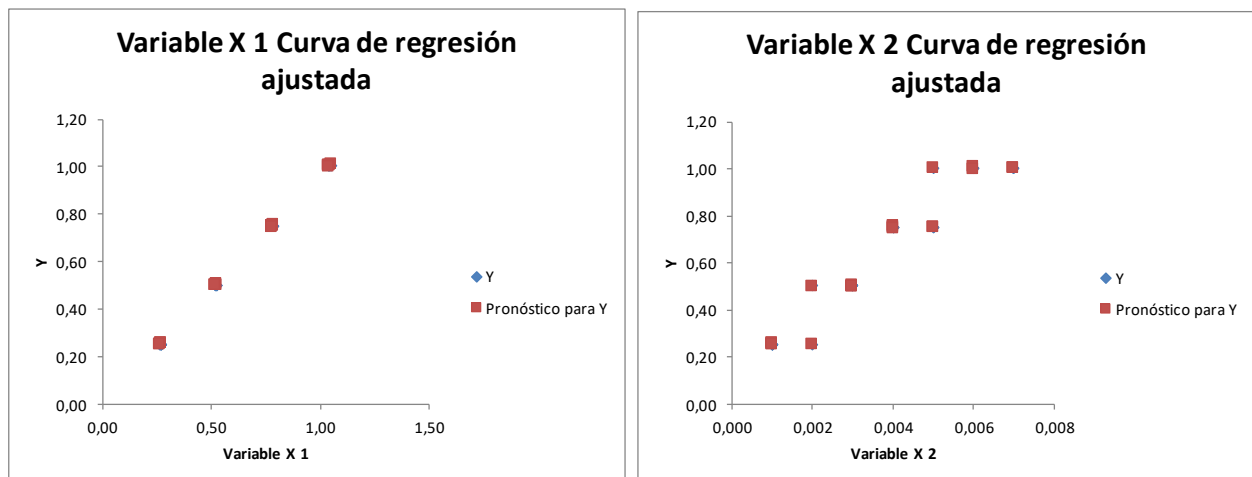


Figura 6-147 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, s)$ X1 = (P_{abs}) ; X2 = (s)

6.3.4.2 Análisis $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Tabla 6–61. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de determinación R^2	0,97528487
	Coefficientes
Intercepción	-0,02407771
Variable X 1	-0,0660377
Variable X 2	0,88729075

De la tabla 6-61 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0240 + 0.8872 * P_{abs} - 0.0660 * I; R^2 = 0.9752$$

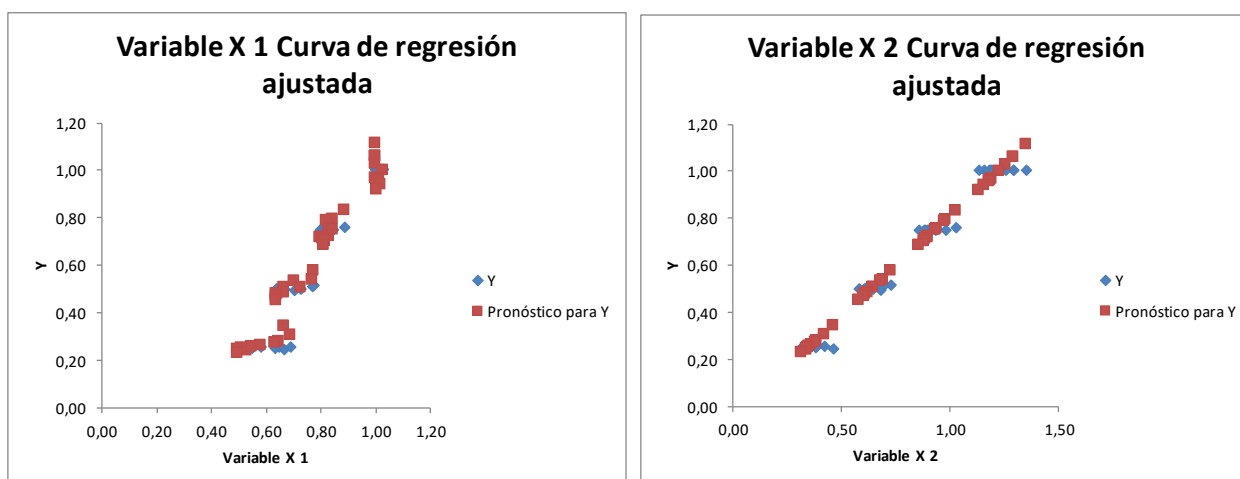


Figura 6-148 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-62. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,90517811
Coeficientes	
Intercepción	0,37892039
Variable X 1	-0,74927043
Variable X 2	1,0759504

De la tabla 6-62 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.3789 + 1.0759 * P_{abs} - 0.7492 * I; R^2 = 0.9051$$

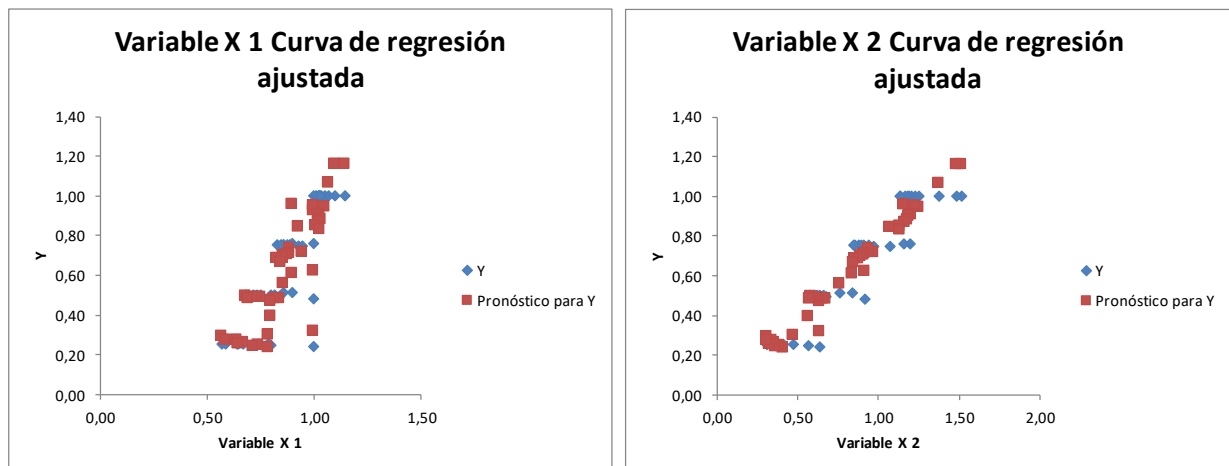


Figura 6-149 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-63. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,81027637
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,05413073
Variable X 1	-0,07086101
Variable X 2	0,71137374

De la tabla 6-63 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0541 + 0.7113 * P_{abs} - 0.0708 * I; R^2 = 0.8102$$

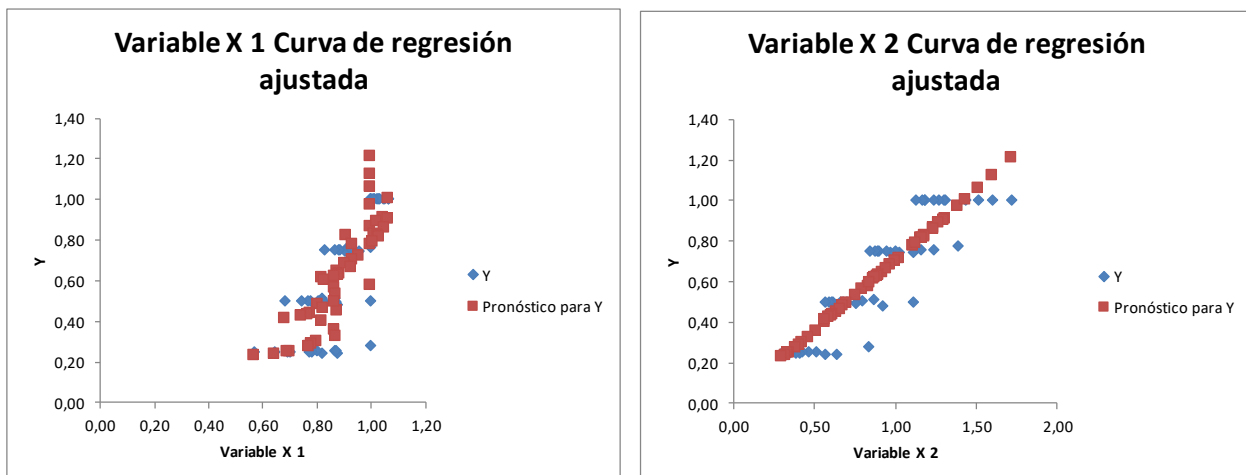


Figura 6-150 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-64. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de determinación R^2	0,99675366
Coefficientes	
Intercepción	-0,02914586
Variable X 1	0,07016741
Variable X 2	0,88631834

De la tabla 6-64 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0291 + 0.886 * P_{abs} + 0.0701 * I; R^2 = 0.9967$$

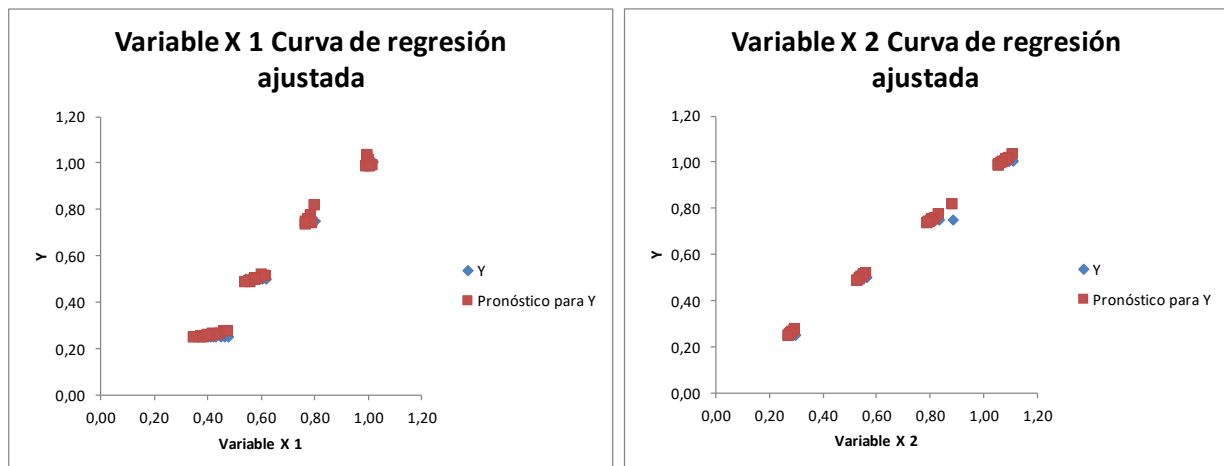


Figura 6-151 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$
 $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

Tabla 6-65. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99928869
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,01369482
Variable X 1	0,03902234
Variable X 2	0,91588591

De la tabla 6-65 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.0136 + 0.9158 * P_{abs} + 0.0390 * I; R^2 = 0.99928$$

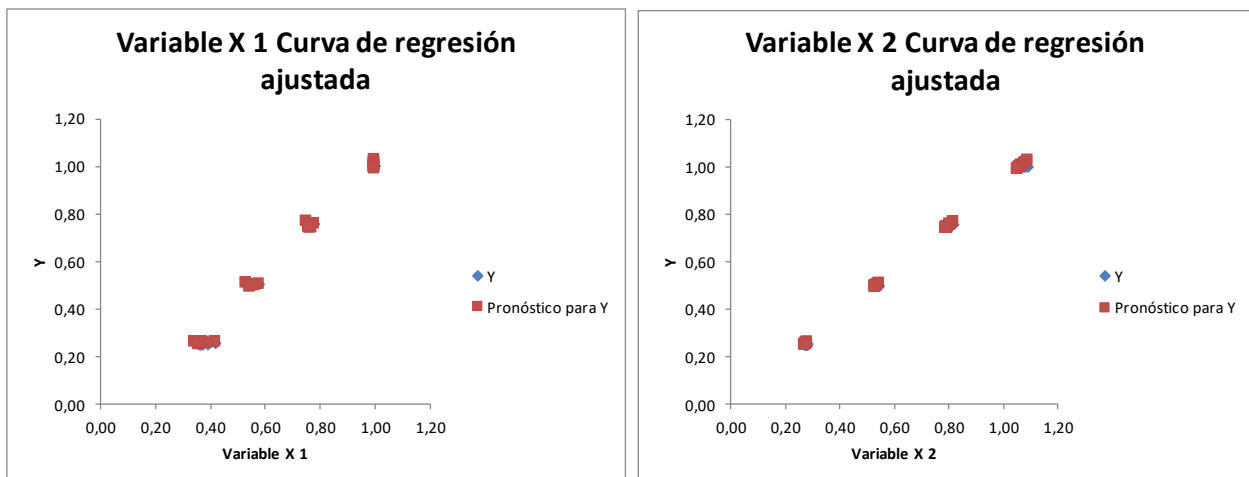


Figura 6-152 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$
 $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

Tabla 6-66. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99841166
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,02883796
Variable X 1	-0,13764496
Variable X 2	1,02505574

De la tabla 6-66 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0288 + 1.0250 * P_{abs} - 0.1376 * I; R^2 = 0.9984$$

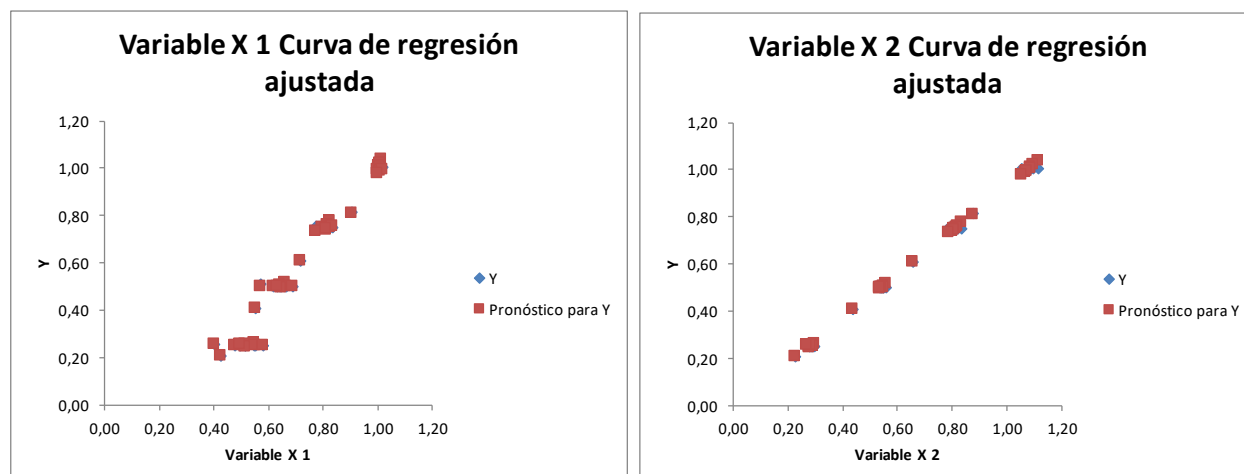


Figura 6-153 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$
 $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

Tabla 6-67. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99917657
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,01293521
Variable X 1	-0,08766777
Variable X 2	1,00821002

De la tabla 6-67 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0129 + 1.0082 * P_{abs} - 0.0876 * I; R^2 = 0.99917$$

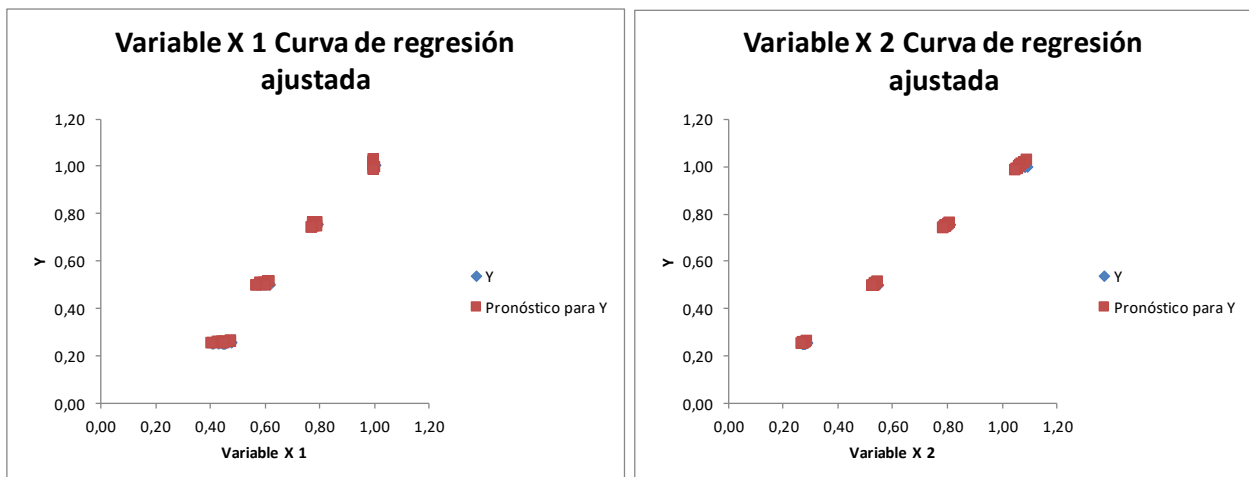


Figura 6-154 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$
 $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

Tabla 6-68. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99780605
Coeficientes	
Intercepción	0,01850036
Variable X 1	-0,09887111
Variable X 2	0,99379637

De la tabla 6-68 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0185 + 0.9937 * P_{abs} - 0.0988 * I; R^2 = 0.9978$$

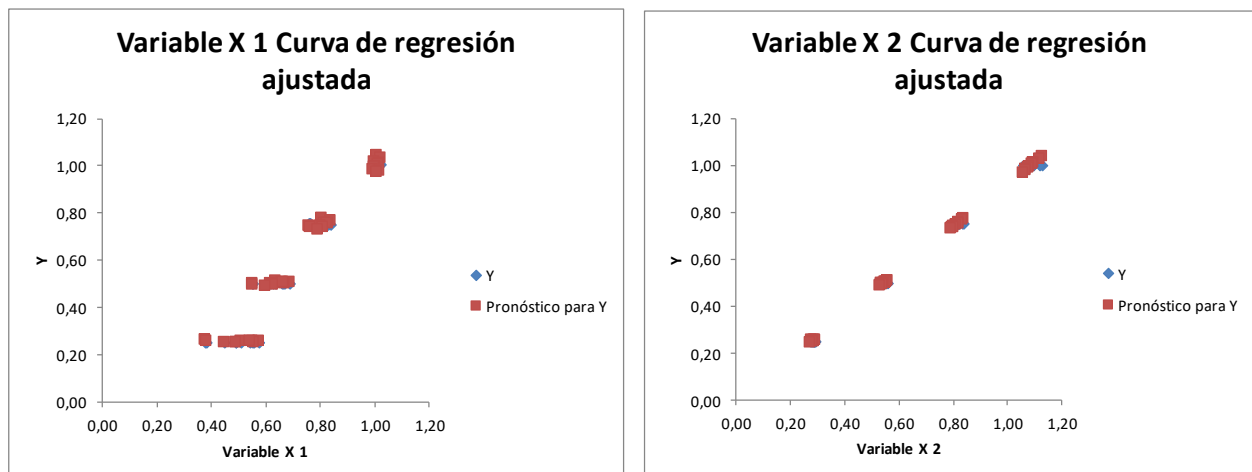


Figura 6-155 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$
 $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

Tabla 6-69. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99614796
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,01377865
Variable X 1	-0,09919302
Variable X 2	1,01037245

De la tabla 6-69 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0137 + 1.010 * P_{abs} - 0.0991 * I; R^2 = 0.9961$$

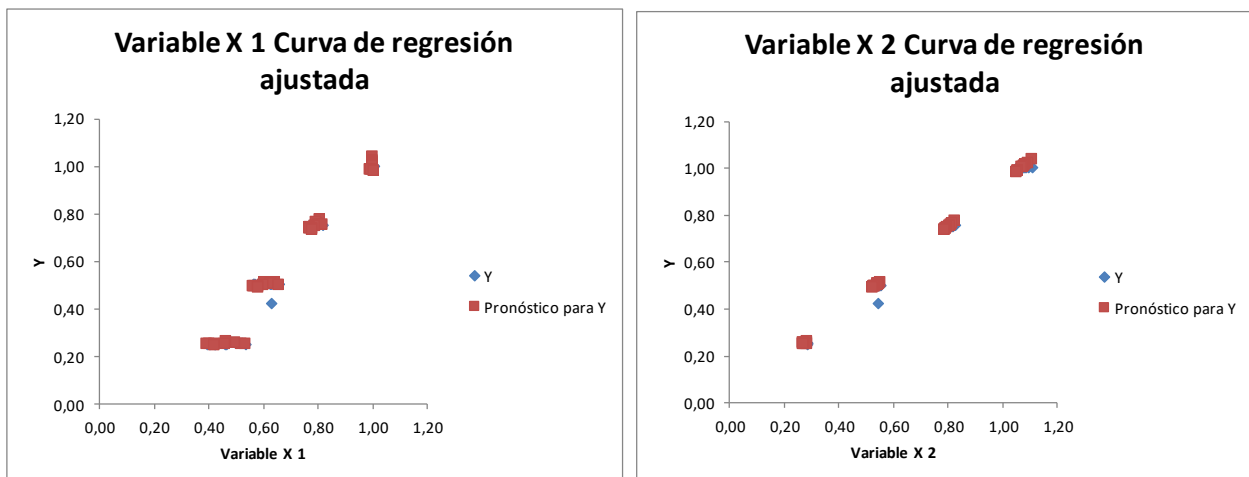


Figura 6-156 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$
 $X1 = (I)$; $X2 = (P_{abs})$

Tabla 6-70. Resumen IE2, 3000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,9996728
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,01404268
Variable X 1	-0,19537709
Variable X 2	1,13269125

De la tabla 6-70 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0140 + 1.1326 * P_{abs} - 0.1953 * I; R^2 = 0.99967$$

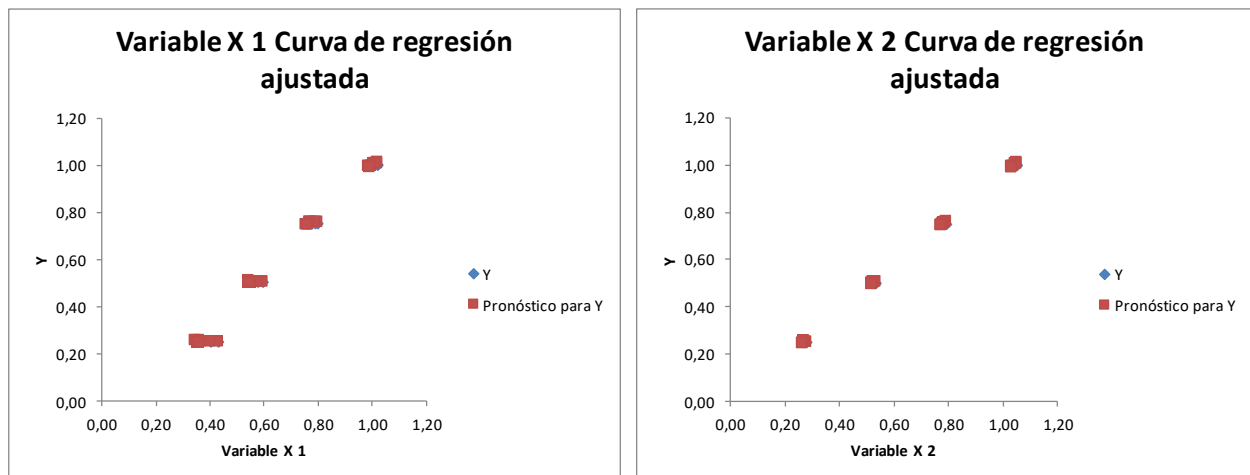


Figura 6-157 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-71. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99984963
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,00336679
Variable X 1	-0,1232842
Variable X 2	1,07528249

De la tabla 6-71 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0033 + 1.0752 * P_{abs} - 0.1232 * I; R^2 = 0.99984$$

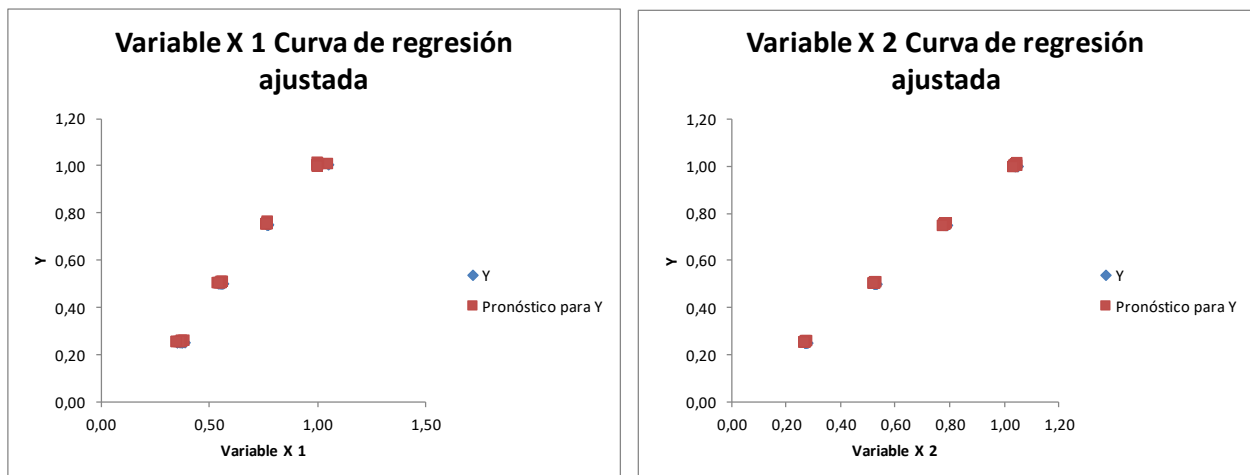


Figura 6-158 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I) ; X2 = (P_{abs})

Tabla 6-72. Resumen IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99976981
Coeficientes	
Intercepción	0,00108655
Variable X 1	-0,06040792
Variable X 2	1,01184703

De la tabla 6-72 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0010 + 1.0118 * P_{abs} - 0.0604 * I; R^2 = 0.99976$$

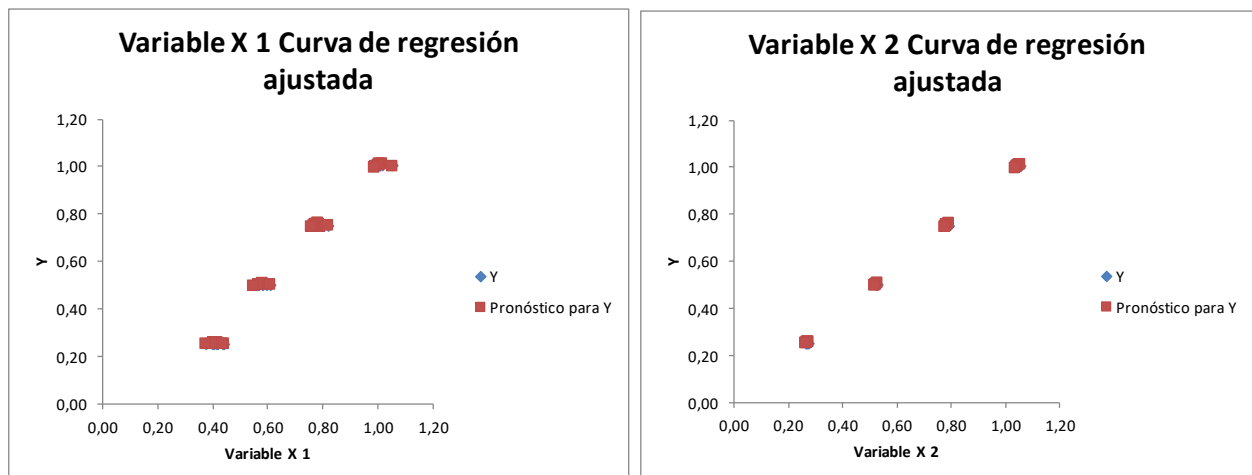


Figura 6-159 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-73. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99987768
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,0146356
Variable X 1	-0,11548772
Variable X 2	1,05745081

De la tabla 6-73 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0146 + 1.0574 * P_{abs} - 0.1154 * I; R^2 = 0.99987$$

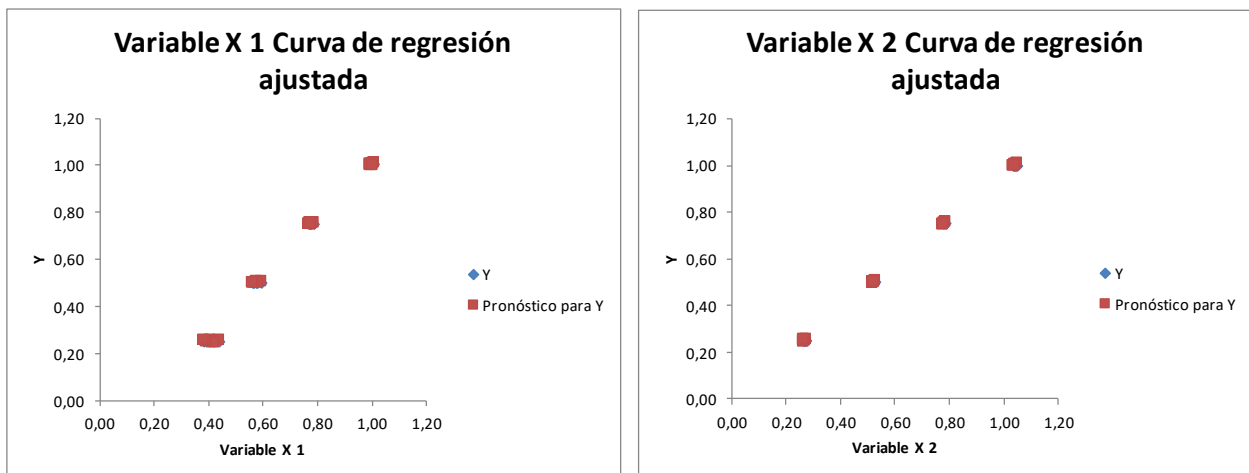


Figura 6-160 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs})

Tabla 6-74. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,91476046
Coeficientes	
Intercepción	-0,25277323
Variable X 1	1,06147437
Variable X 2	0,18375825

De la tabla 6-74 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = -0.2527 + 0.1837 * P_{abs} + 1.0614 * I; R^2 = 0.9147$$

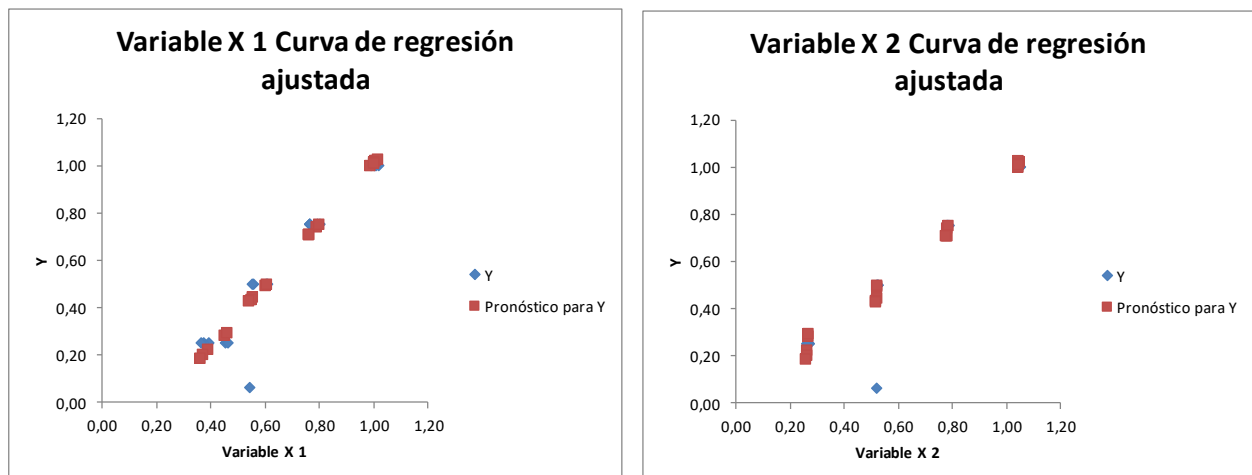


Figura 6-161 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I) ; X2 = (P_{abs})

Tabla 6-75. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99983183
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,00428928
Variable X 1	-0,04347291
Variable X 2	0,99786032

De la tabla 6-75 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.5) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la potencia absorbida y la intensidad de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I) = 0.0042 + 0.9978 * P_{abs} - 0.0434 * I; R^2 = 0.99983$$

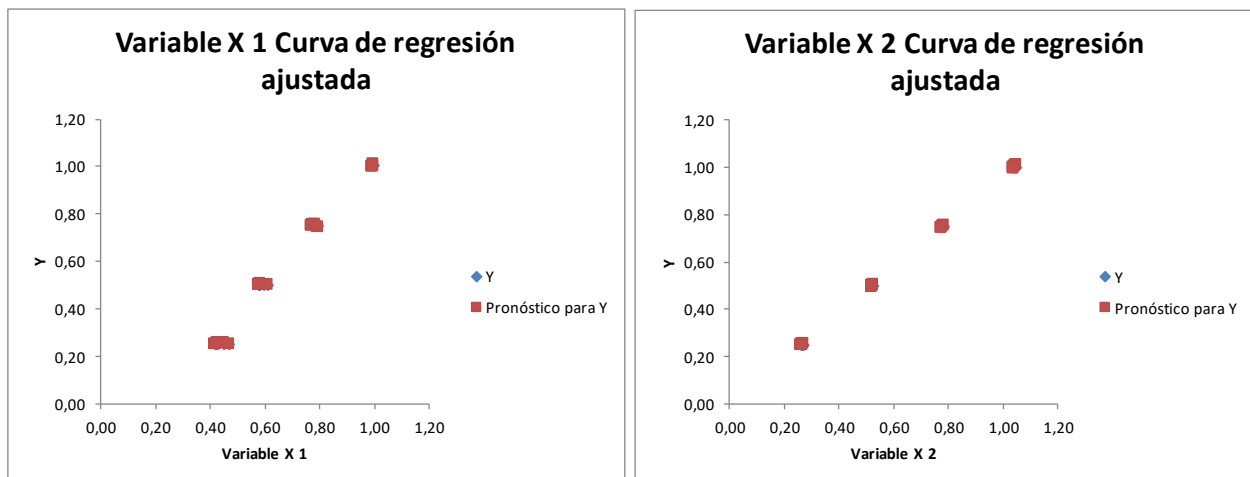


Figura 6-162 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I)$ X1 = (I) ; X2 = (P_{abs})

6.3.4.3 Análisis $P_{pu}(I, s)$

Tabla 6-76. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coefficiente de determinación R^2	0,91597616
Coeficientes	
Intercepción	-0,60824128
Variable X 1	0,59566851
Variable X 2	1,56764777

De la tabla 6-76 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.6082 + 1.5676 * I + 0.5956 * s; R^2 = 0.9159$$

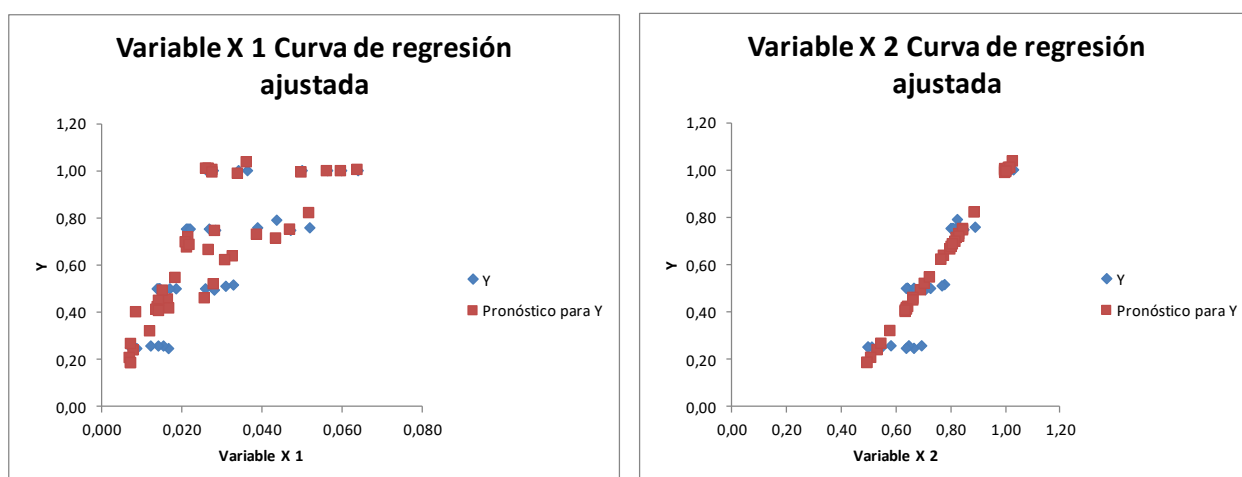


Figura 6-163 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-77. Resumen IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \leq 10kW$]. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,73339753
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,35527192
Variable X 1	9,01644685
Variable X 2	0,86226796

De la tabla 6-77 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3552 + 0.8622 * I + 9.0164 * s; R^2 = 0.7333$$

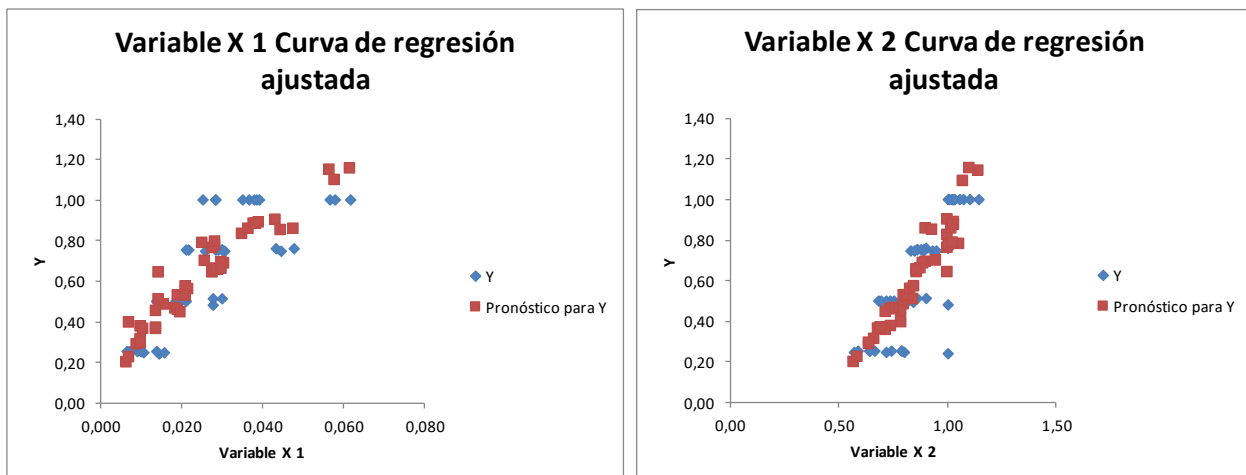


Figura 6-164 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, [$P_{pu} \leq 10kW$] $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-78. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,66001072
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,635378
Variable X 1	4,28004191
Variable X 2	1,25042061

De la tabla 6-78 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.6353 + 1.2504 * I + 4.2800 * s; R^2 = 0.6600$$

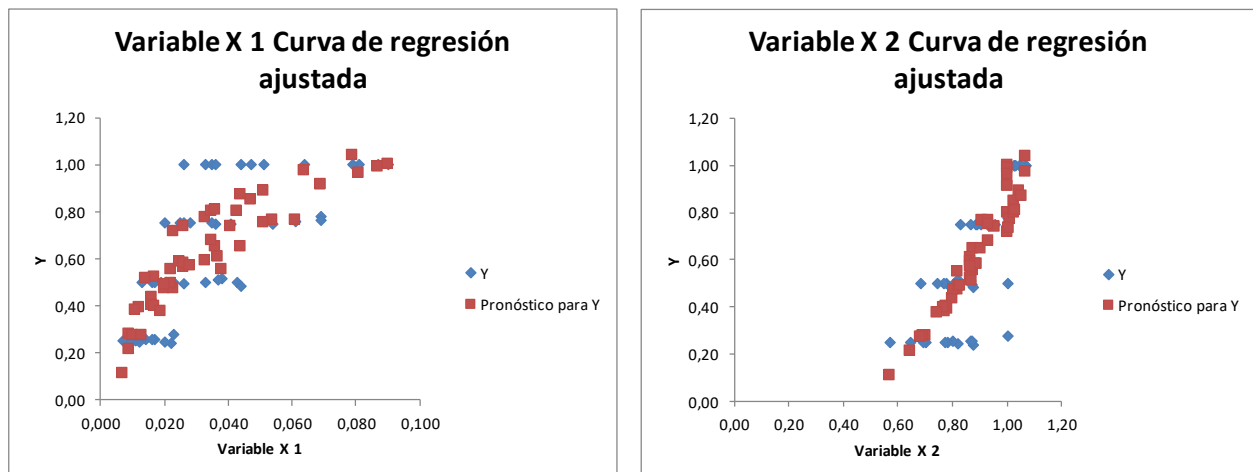


Figura 6-165 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–79. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,98555374
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,2520461
Variable X 1	0,14163089
Variable X 2	1,25552038

De la tabla 6-79 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2520 + 1.2555 * I + 0.1416 * s; R^2 = 0.9855$$

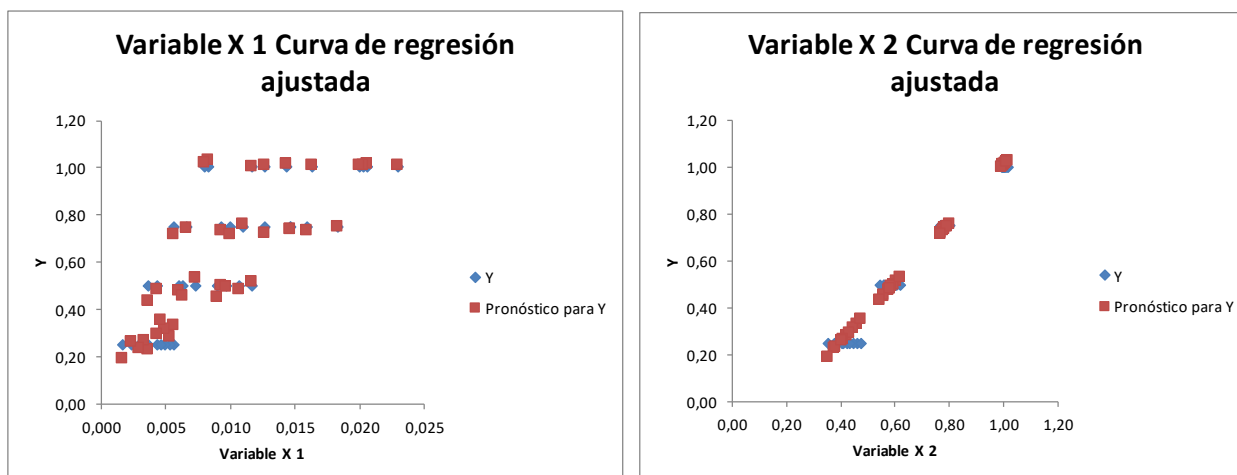


Figura 6-166 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-80. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99437299
Coeficientes	
Intercepción	-0,17176414
Variable X 1	0,25450543
Variable X 2	1,18139351

De la tabla 6-80 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.1717 + 1.1813 * I + 0.2545 * s; R^2 = 0.9943$$

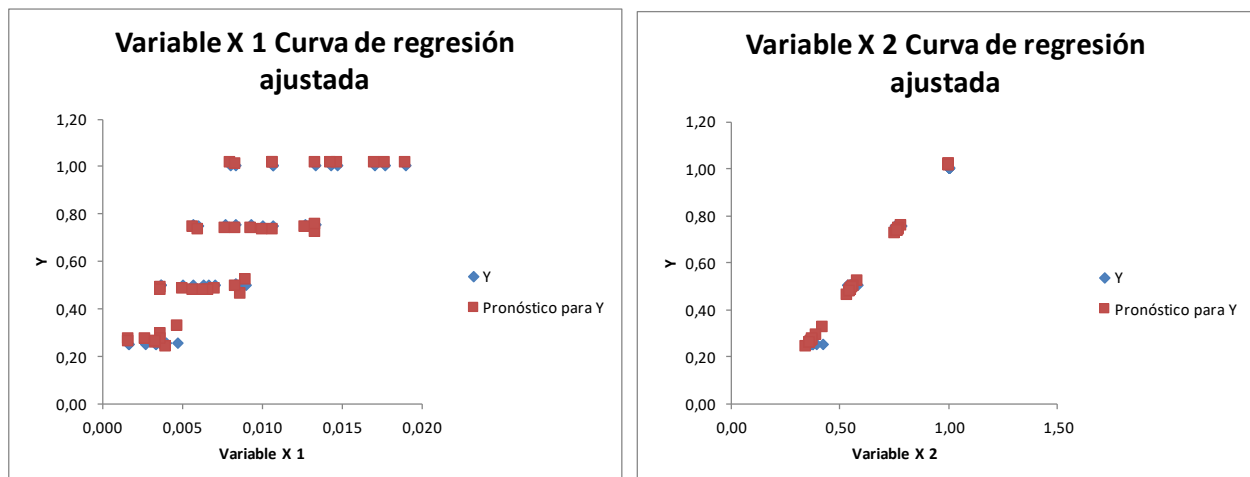


Figura 6-167 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–81. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,96365427
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,42180058
Variable X 1	1,46460683
Variable X 2	1,38558044

De la tabla 6-81 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.4218 + 1.3855 * I + 1.4646 * s; R^2 = 0.9636$$

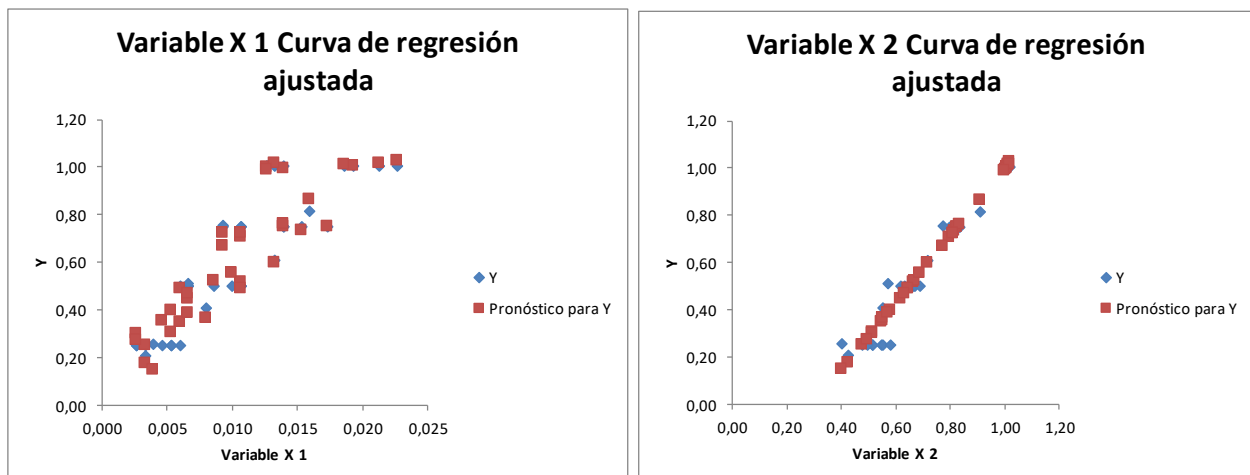


Figura 6-168 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-82. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,98958135
Coeficientes	
Intercepción	-0,31081417
Variable X 1	2,27326972
Variable X 2	1,29829534

De la tabla 6-82 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3108 + 1.2982 * I + 2.2732 * s; R^2 = 0.9895$$

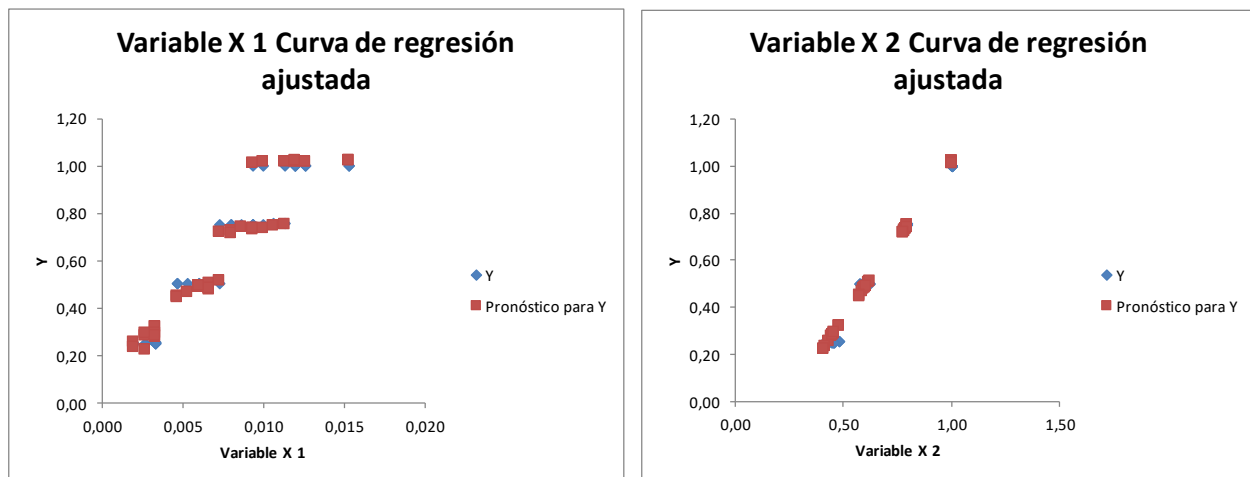


Figura 6-169 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–83. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,94742944
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,39691192
Variable X 1	-1,35495809
Variable X 2	1,41008653

De la tabla 6-83 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3969 + 1.4100 * I - 1.3549 * s; R^2 = 0.9474$$

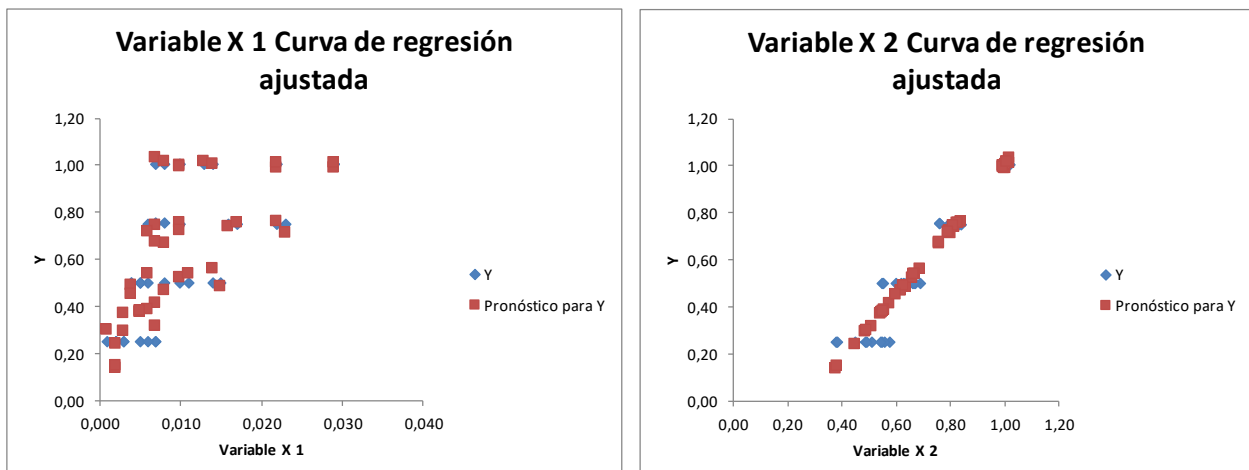


Figura 6-170 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-84. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,97326308
Coeficientes	
Intercepción	-0,34742626
Variable X 1	-2,39205958
Variable X 2	1,38682164

De la tabla 6-84 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.3474 + 1.3868 * I - 2.3920 * s; R^2 = 0.9732$$

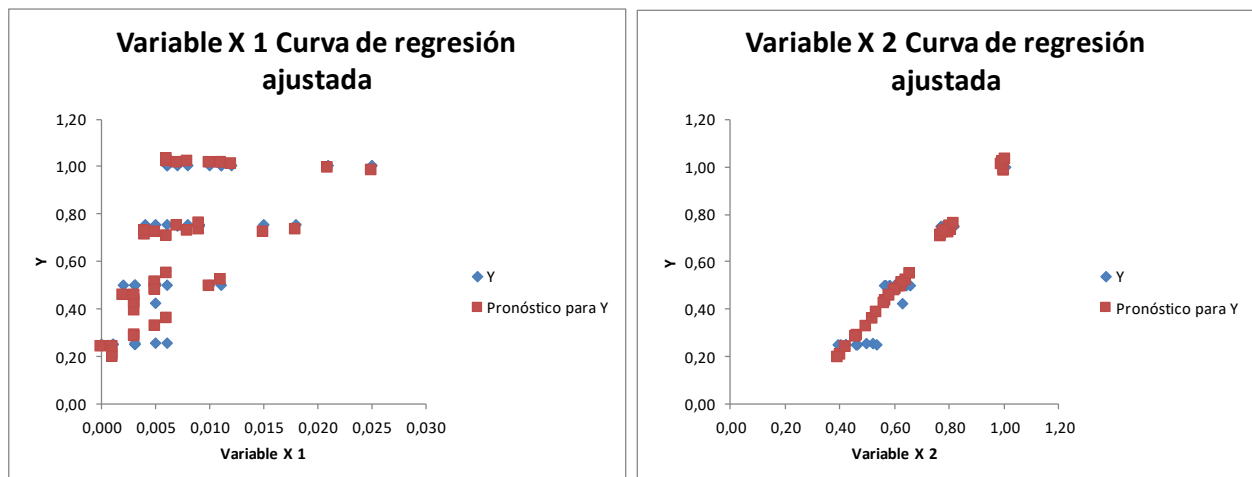


Figura 6-171 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-85. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,99075695
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,18711552
Variable X 1	-7,90209039
Variable X 2	1,2401035

De la tabla 6-85 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.1871 + 1.2401 * I - 7.9020 * s; R^2 = 0.9907$$

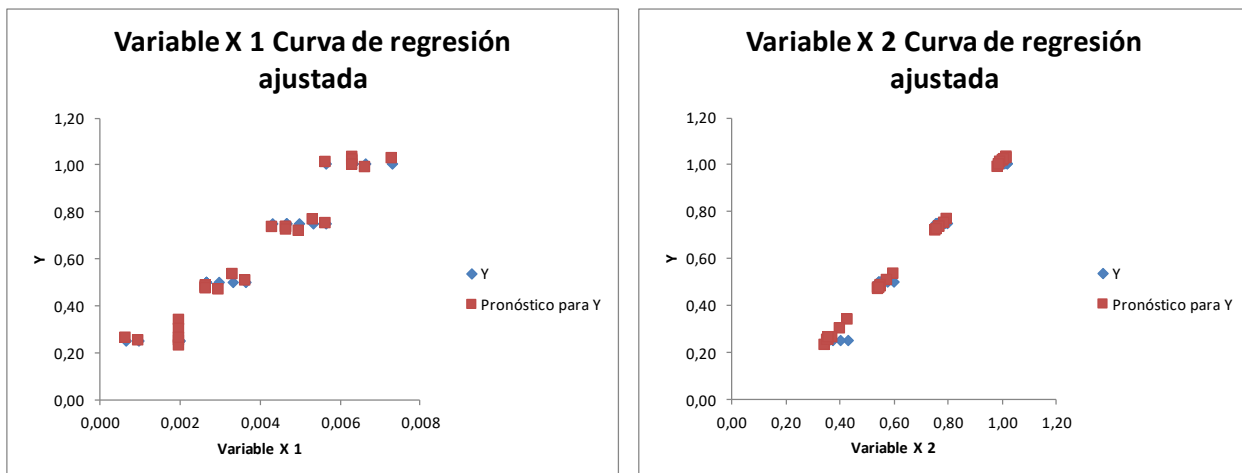


Figura 6-172 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-86. Resumen IE3, 3000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99481282
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,13843146
Variable X 1	14,850416
Variable X 2	1,05623766

De la tabla 6-86 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.1384 + 1.0562 * I + 14.8504 * s; R^2 = 0.9948$$

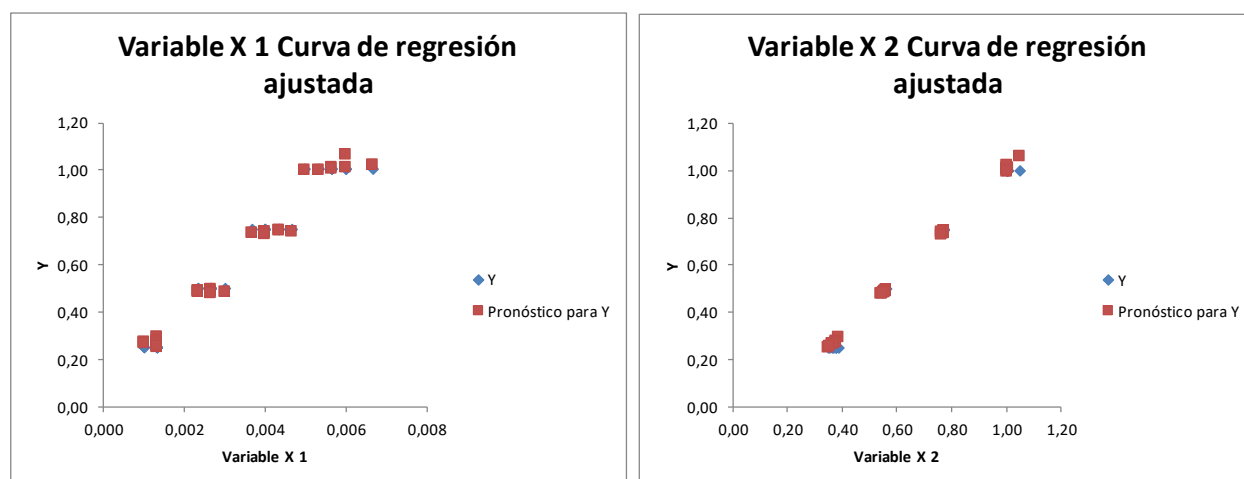


Figura 6-173 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–87. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,98998102
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,20107183
Variable X 1	15,2116102
Variable X 2	1,06293488

De la tabla 6-87 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2010 + 1.0629 * I + 15.2116 * s; R^2 = 0.9899$$

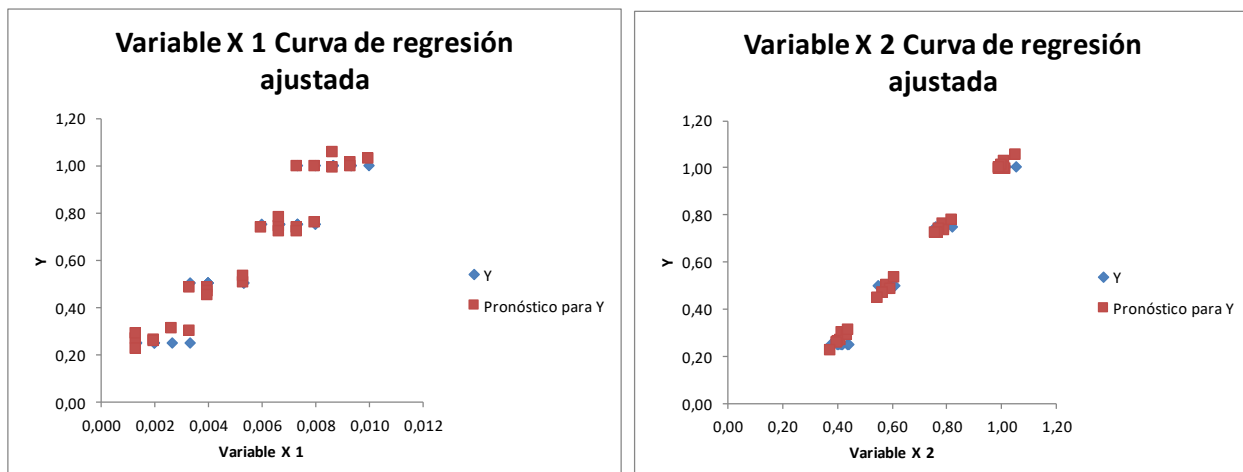


Figura 6-174 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-88. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
Estadísticas de la regresión	
Coeficiente de determinación R^2	0,99309422
Coeficientes	
Intercepción	-0,24052891
Variable X 1	-1,37217997
Variable X 2	1,26629751

De la tabla 6-88 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2405 + 1.2662 * I - 1.3721 * s; R^2 = 0.9930$$

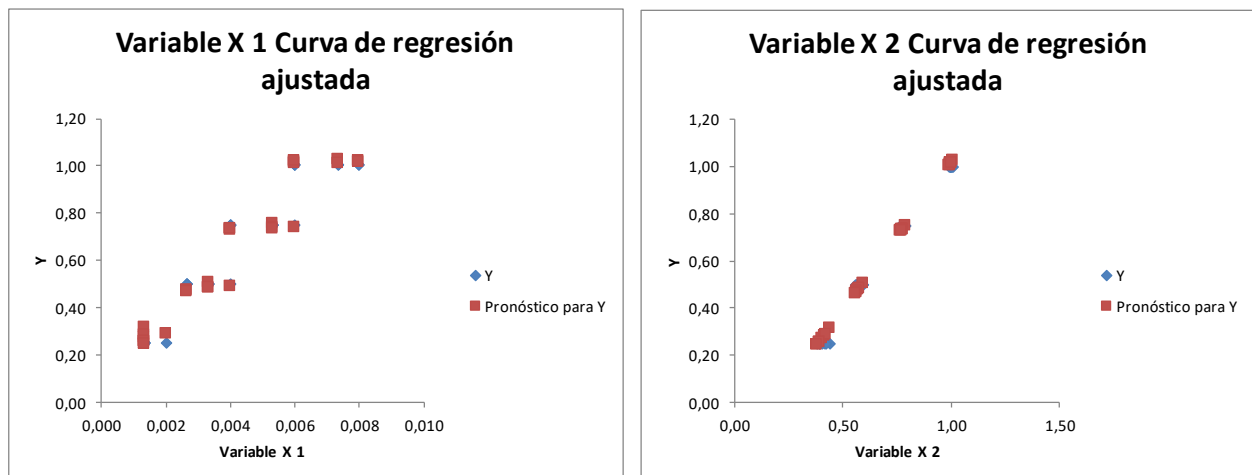


Figura 6-175 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6–89. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R^2	0,91777532
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,24659746
Variable X 1	32,0419577
Variable X 2	0,9585462

De la tabla 6-89 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2465 + 0.9585 * I + 32.0419 * s; R^2 = 0.9177$$

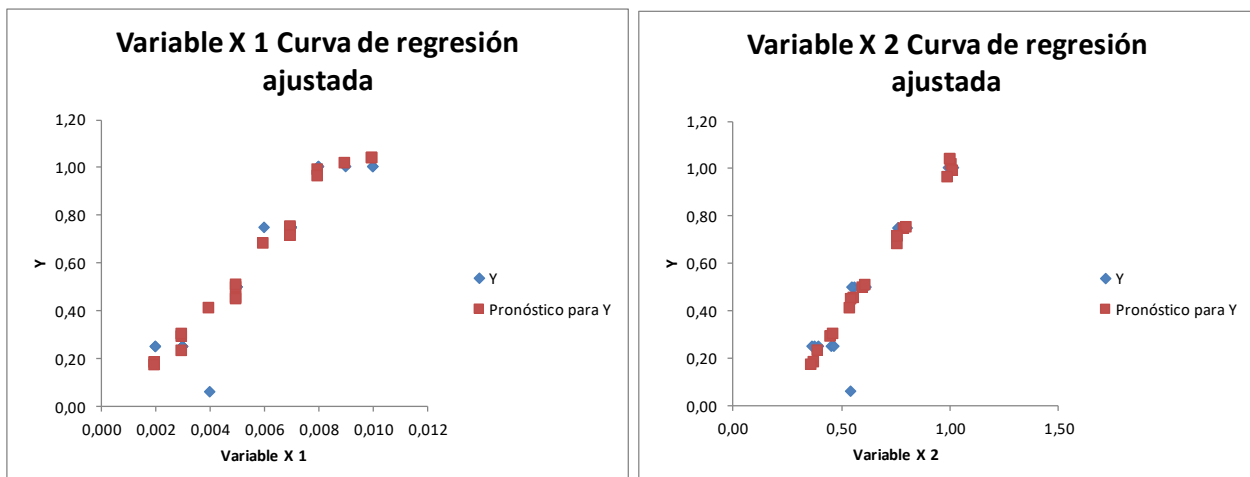


Figura 6-176 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

Tabla 6-90. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99229204
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,25048916
Variable X 1	20,8988824
Variable X 2	1,14121807

De la tabla 6-90 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, y β_2 = variable X1. Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.6) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en función de la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(I, s) = -0.2504 + 1.1412 * I + 20.8988 * s; R^2 = 0.9922$$

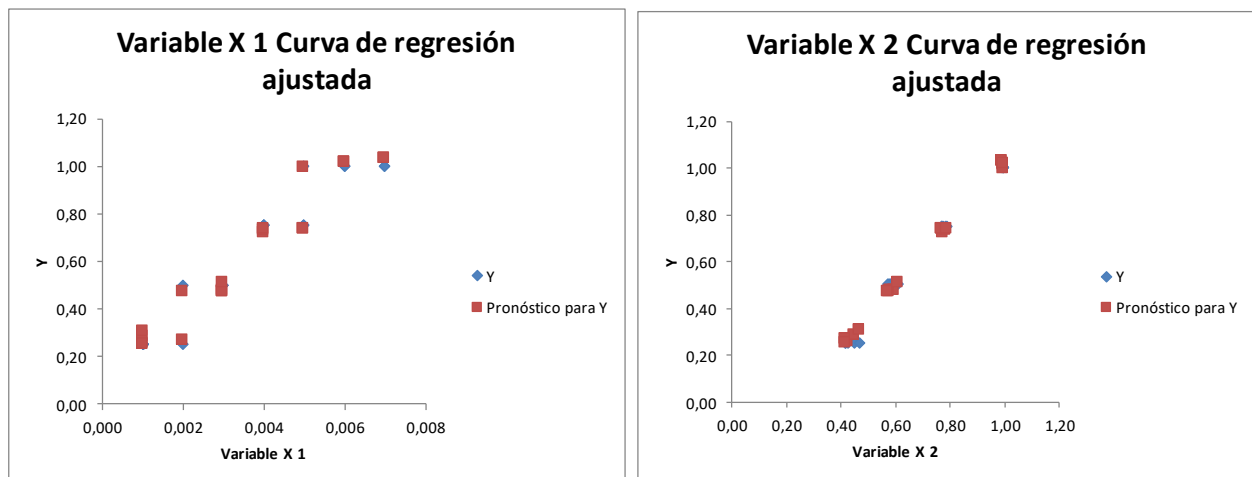


Figura 6-177 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(I, s)$ X1 = (s); X2 = (I)

6.3.4.4 Analisis $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Tabla 6-91. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99437443
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,05946837
Variable X 1	-0,34715927
Variable X 2	1,22083421
Variable X 3	-4,88112538

De la tabla 6-91 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0594 + 1.2208 * P_{abs} - 0.3471 * I - 4.8811 * s; R^2 = 0.9943$$

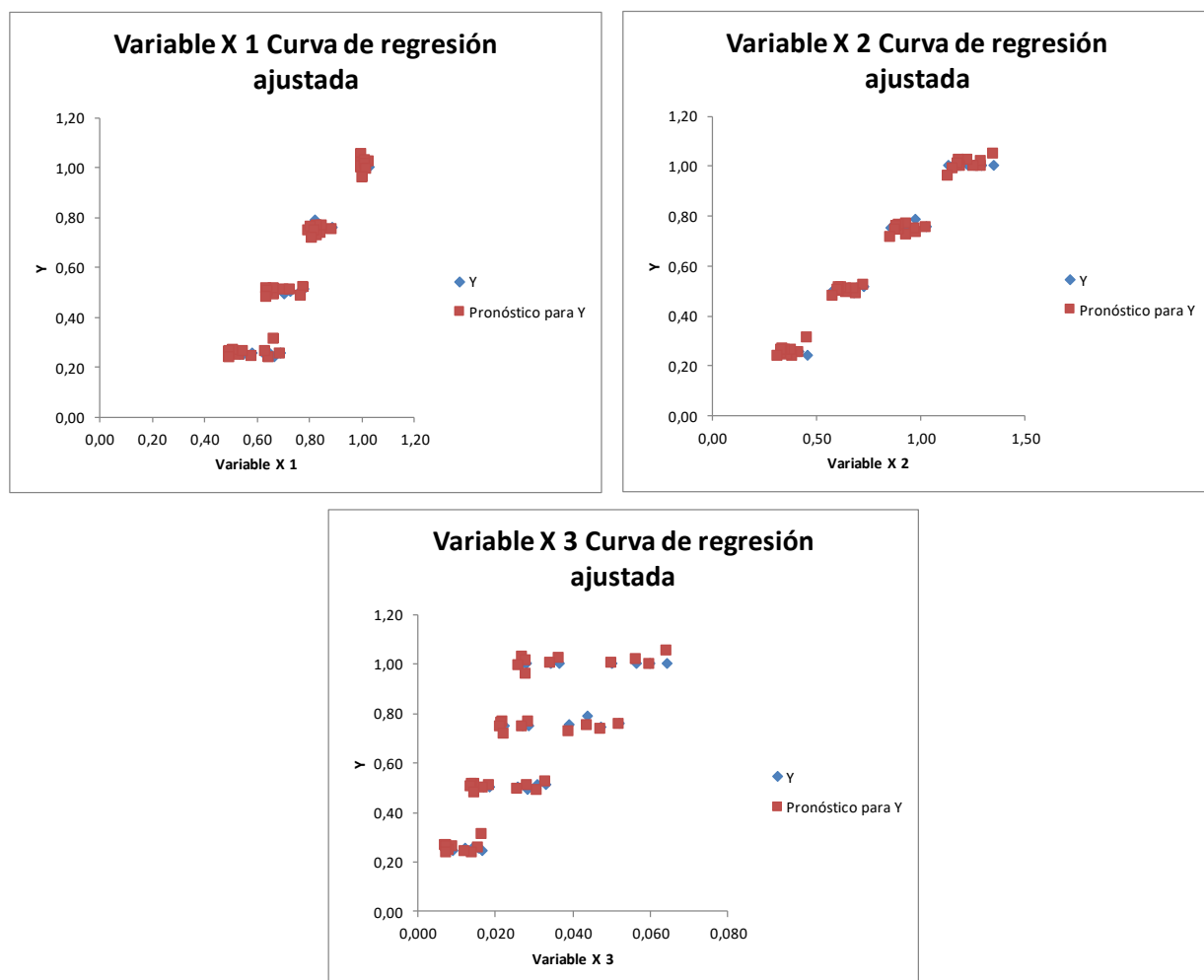


Figura 6-178 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-92. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R ²	0,94453645
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,47370909
Variable X 1	-1,047784
Variable X 2	1,62244768
Variable X 3	-11,1733325

De la tabla 6-92 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.4737 + 1.6224 * P_{abs} - 1.0477 * I - 11.1733 * s; R^2 = 0.9445$$

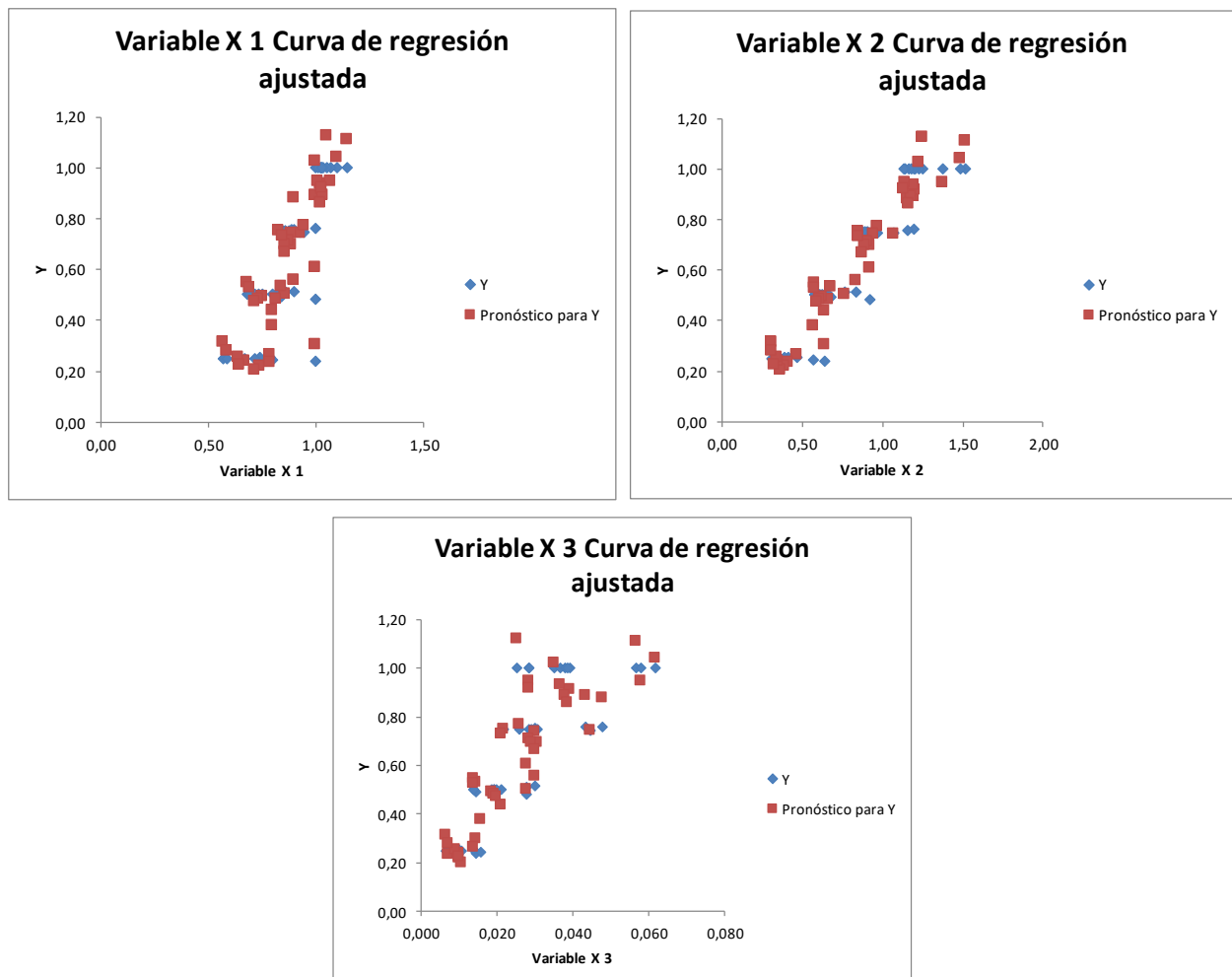


Figura 6-179 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I) ; X2 = (P_{abs}) ; X3 = (s)

Tabla 6-93. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coeficiente de determinación R ²	0,88157559
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,22216281
Variable X 1	-0,53703431
Variable X 2	1,34800246
Variable X 3	-9,15294882

De la tabla 6-93 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.2221 + 1.3480 * P_{abs} - 0.5370 * I - 9.1529 * s; R^2 = 0.8815$$

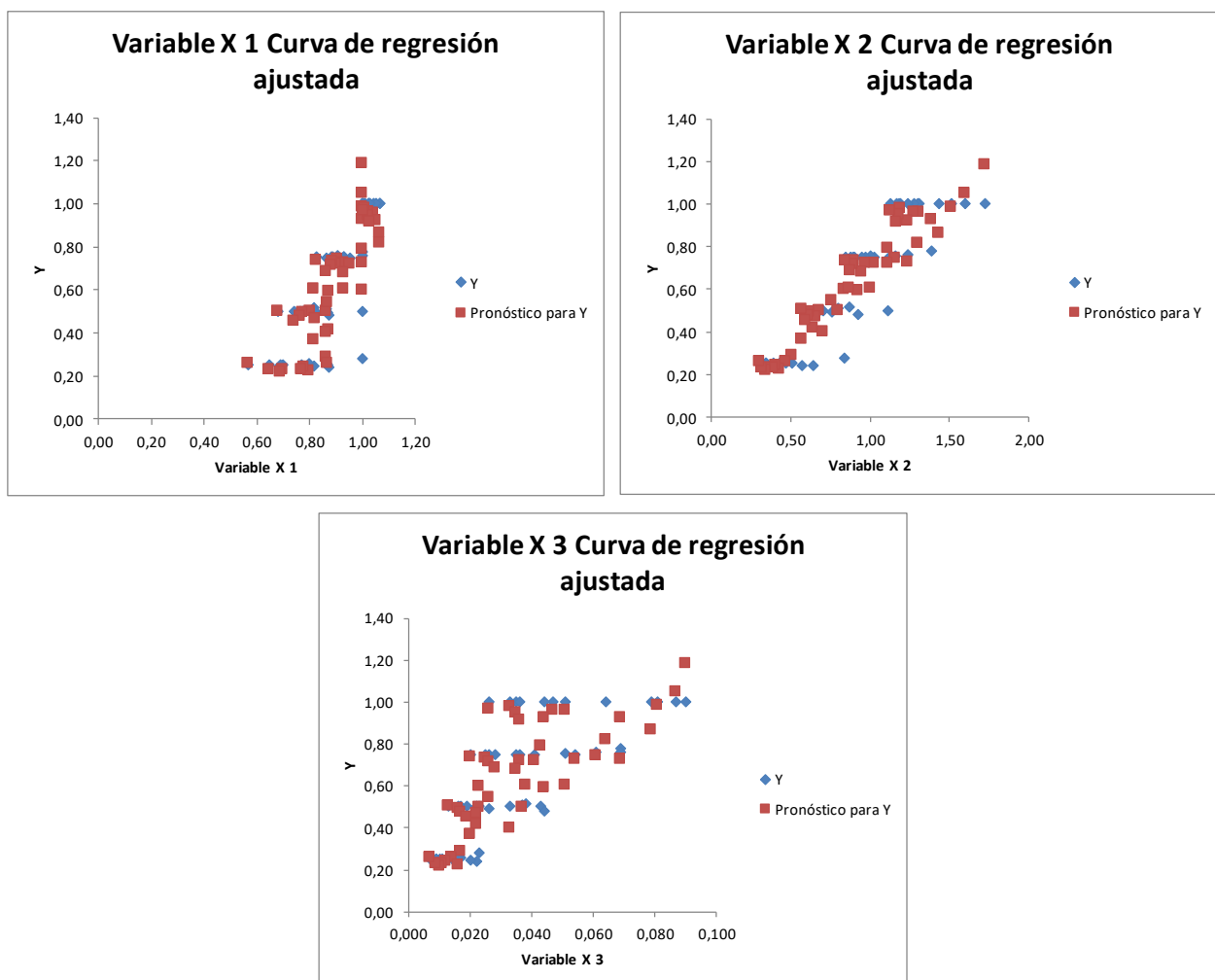


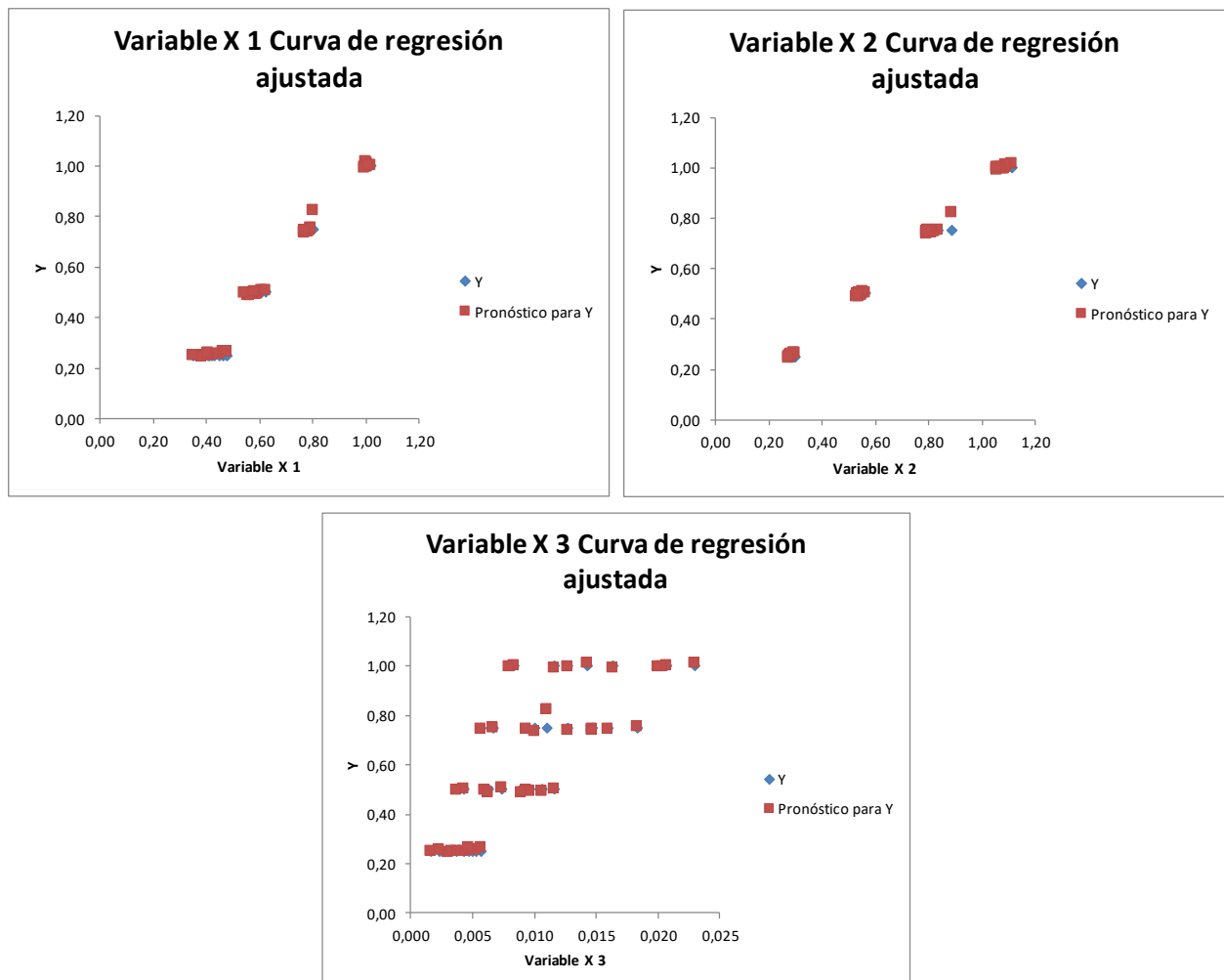
Figura 6-180 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \leq 10kW]$ $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I) ; X2 = (P_{abs}) ; X3 = (s)

Tabla 6-94. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R ²	0,99768423
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,01995542
Variable X 1	0,01656712
Variable X 2	0,96438166
Variable X 3	-2,56668127

De la tabla 6-94 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = -0.0199 + 0.9643 * P_{abs} + 0.0165 * I - 2.5666 * s; R^2 = 0.9976$$

Figura 6-181 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$

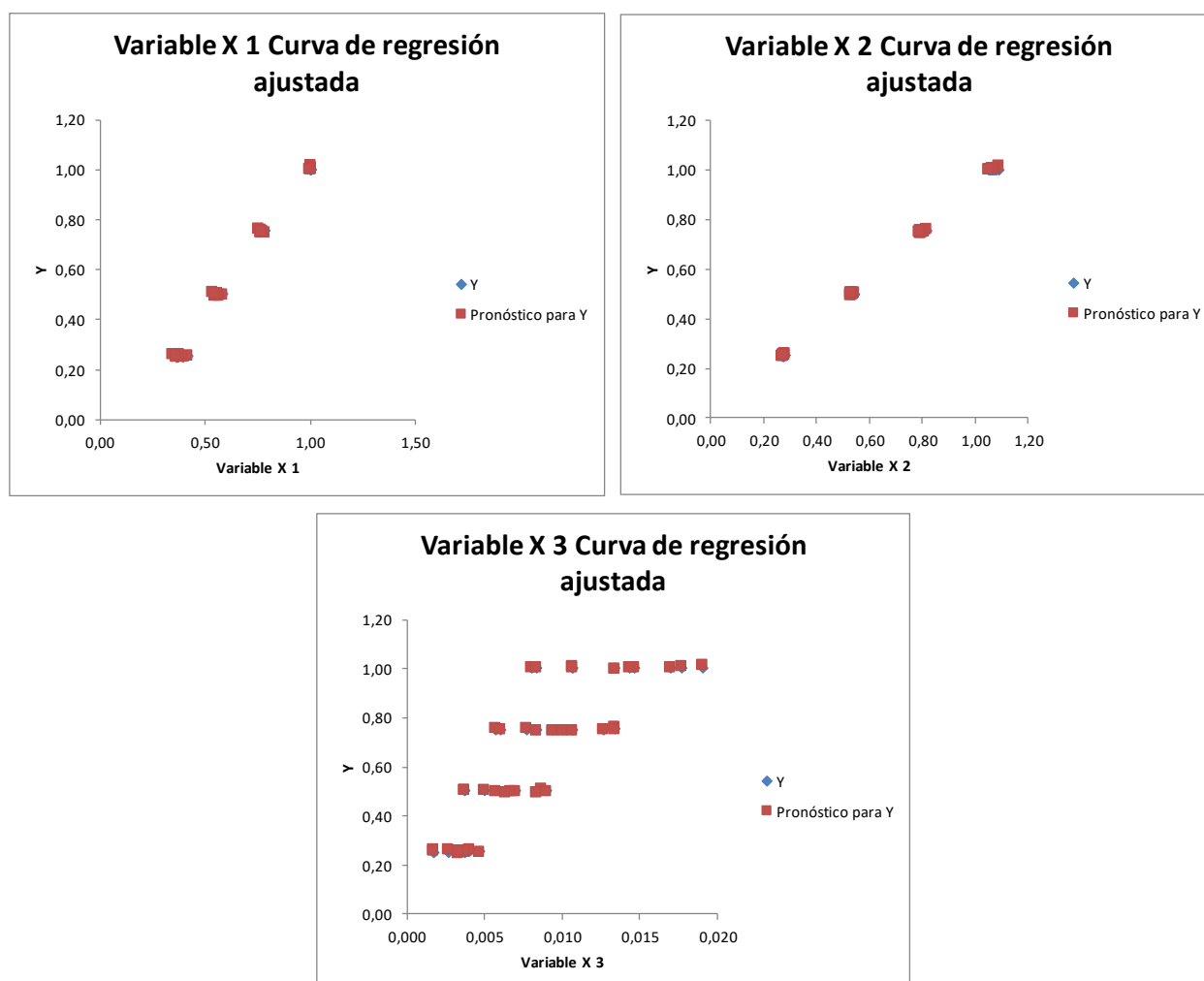
$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) \text{ X1} = (I); \text{X2} = (P_{abs}); \text{X3} = (s)$$

Tabla 6-95. Resumen IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99972988
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	-0,00453136
Variable X 1	-0,03532599
Variable X 2	1,00733392
Variable X 3	-2,48872468

De la tabla 6-95 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = -0.0045 + 1.0073 * P_{abs} - 0.0353 * I - 2.4887 * s; R^2 = 0.99972$$

Figura 6-182 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$.

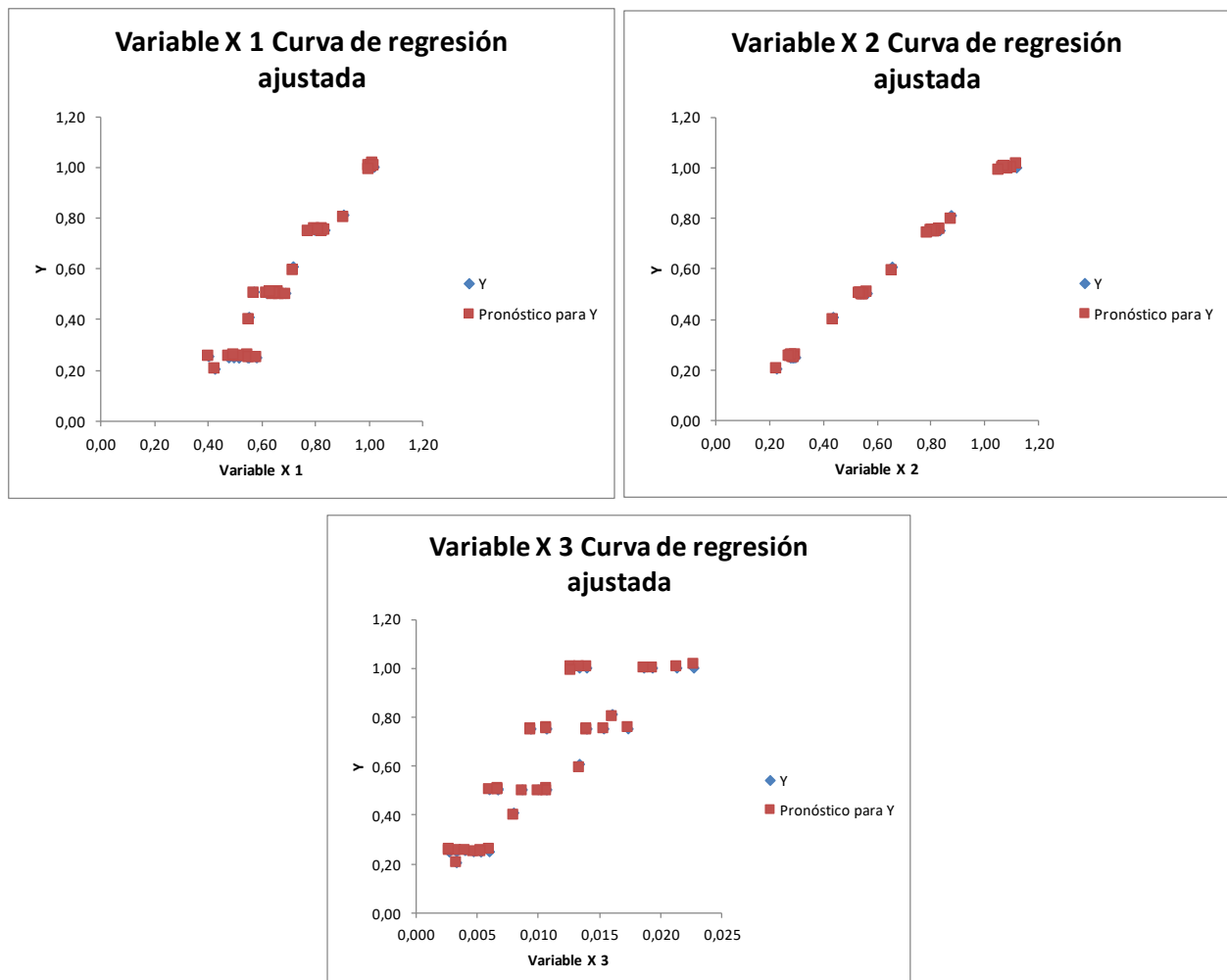
$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) \text{ X1} = (I); \text{X2} = (P_{abs}); \text{X3} = (s)$$

Tabla 6-96. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99952945
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,01945624
Variable X 1	-0,11169993
Variable X 2	1,0710598
Variable X 3	-3,86919834

De la tabla 6-96 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0194 + 1.0710 * P_{abs} - 0.1116 * I - 3.8691 * s; R^2 = 0.99952$$

Figura 6-183 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$.

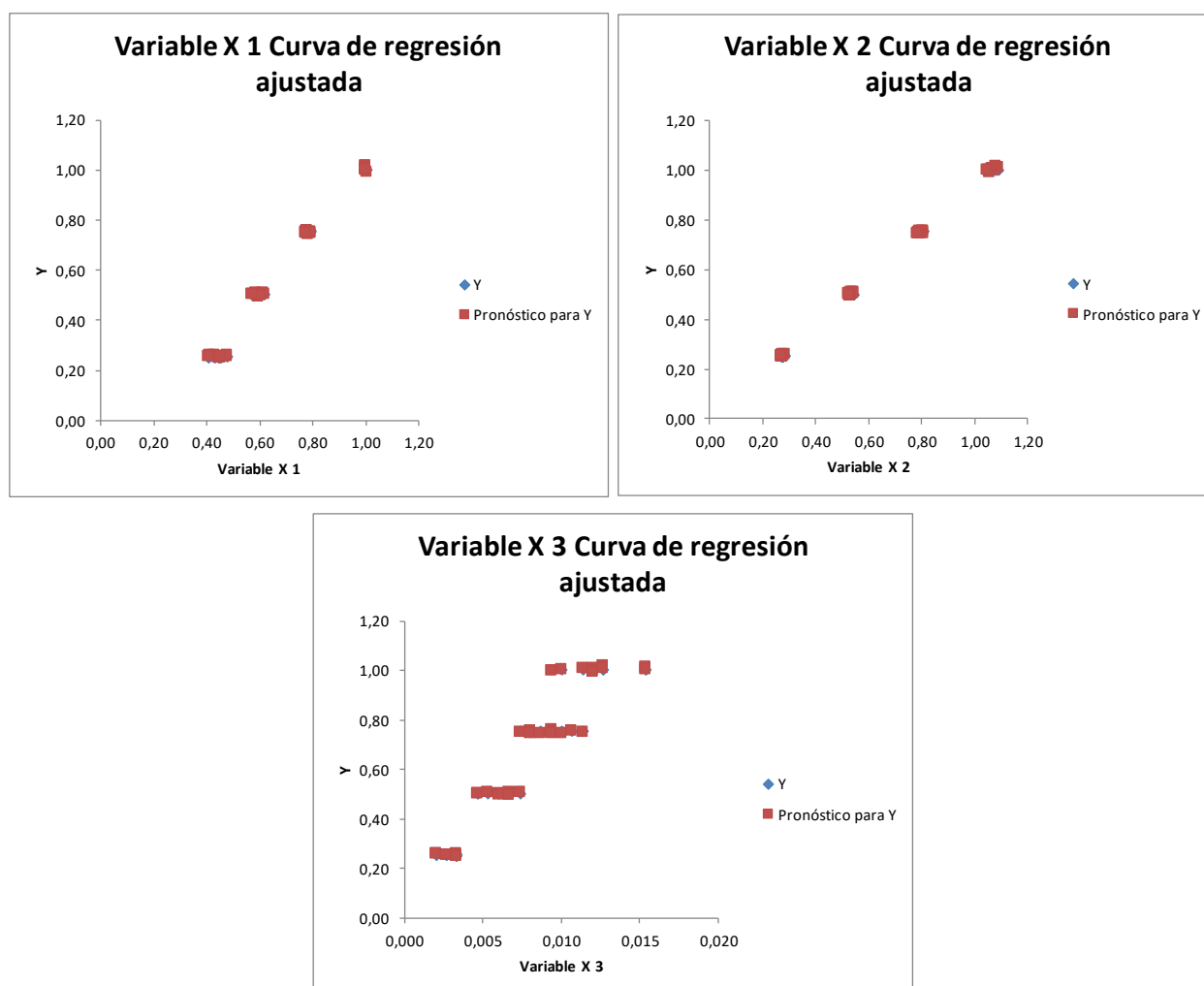
$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) \text{ X1} = (I); \text{X2} = (P_{abs}); \text{X3} = (s)$$

Tabla 6-97. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99960433
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,01249558
Variable X 1	-0,09462348
Variable X 2	1,07440854
Variable X 3	-5,1237279

De la tabla 6-97 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0124 + 1.0744 * P_{abs} - 0.0946 * I - 5.1237 * s; R^2 = 0.99960$$

Figura 6-184 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$.

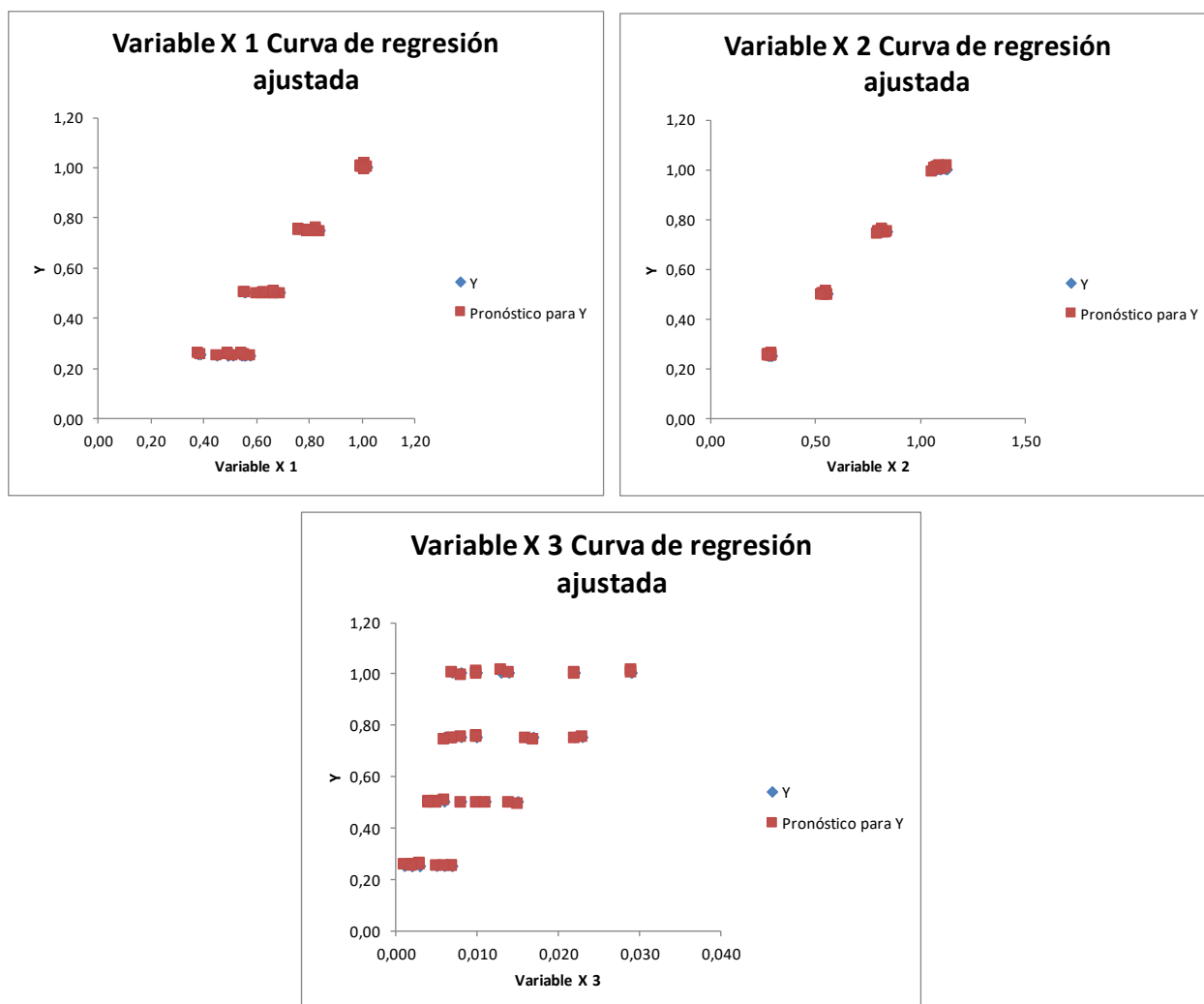
$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) \text{ X1} = (I); \text{X2} = (P_{abs}); \text{X3} = (s)$$

Tabla 6-98. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99961968
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,00543078
Variable X 1	-0,06252012
Variable X 2	1,00795623
Variable X 3	-2,274395

De la tabla 6-98 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0054 + 1.0079 * P_{abs} - 0.0625 * I - 2.2743 * s; R^2 = 0.99961$$

Figura 6-185 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$

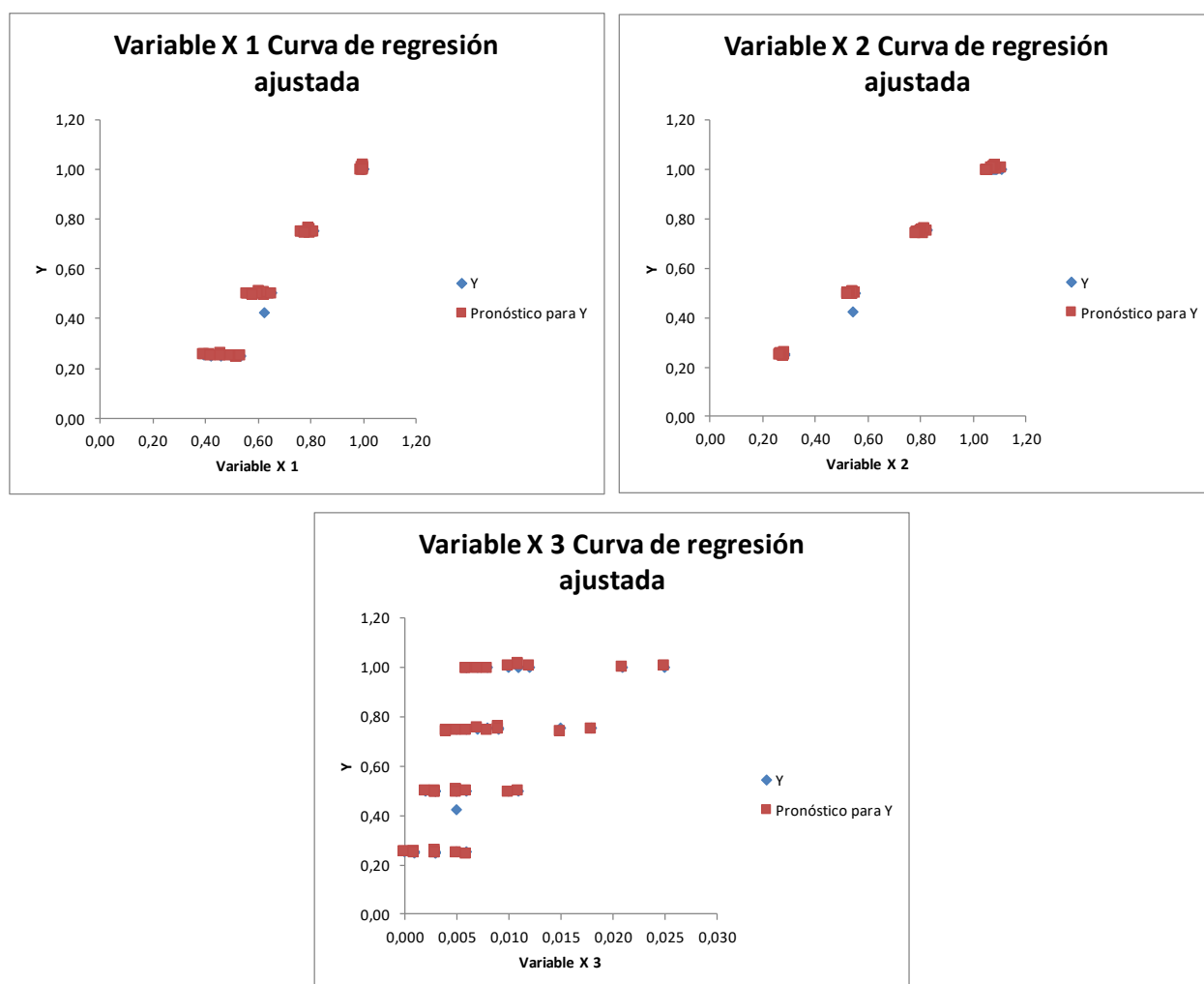
$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) \quad X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)$$

Tabla 6-99. Resumen IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99729593
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,00035894
Variable X 1	-0,05652746
Variable X 2	1,00963412
Variable X 3	-2,35599053

De la tabla 6-99 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0003 + 1.0096 * P_{abs} - 0.0562 * I - 2.3559 * s; R^2 = 0.9972$$

Figura 6-186 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, $[10kW \leq P_{pu} \leq 10kW]$.

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) \text{ X1} = (I); \text{X2} = (P_{abs}); \text{X3} = (s)$$

Tabla 6-100. Resumen IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R ²	0,99971656
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,00762031
Variable X 1	-0,15578107
Variable X 2	1,12838005
Variable X 3	-4,433977

De la tabla 6-100 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0076 + 1.1283 * P_{abs} - 0.1557 * I - 4.4339 * s; R^2 = 0.99971$$

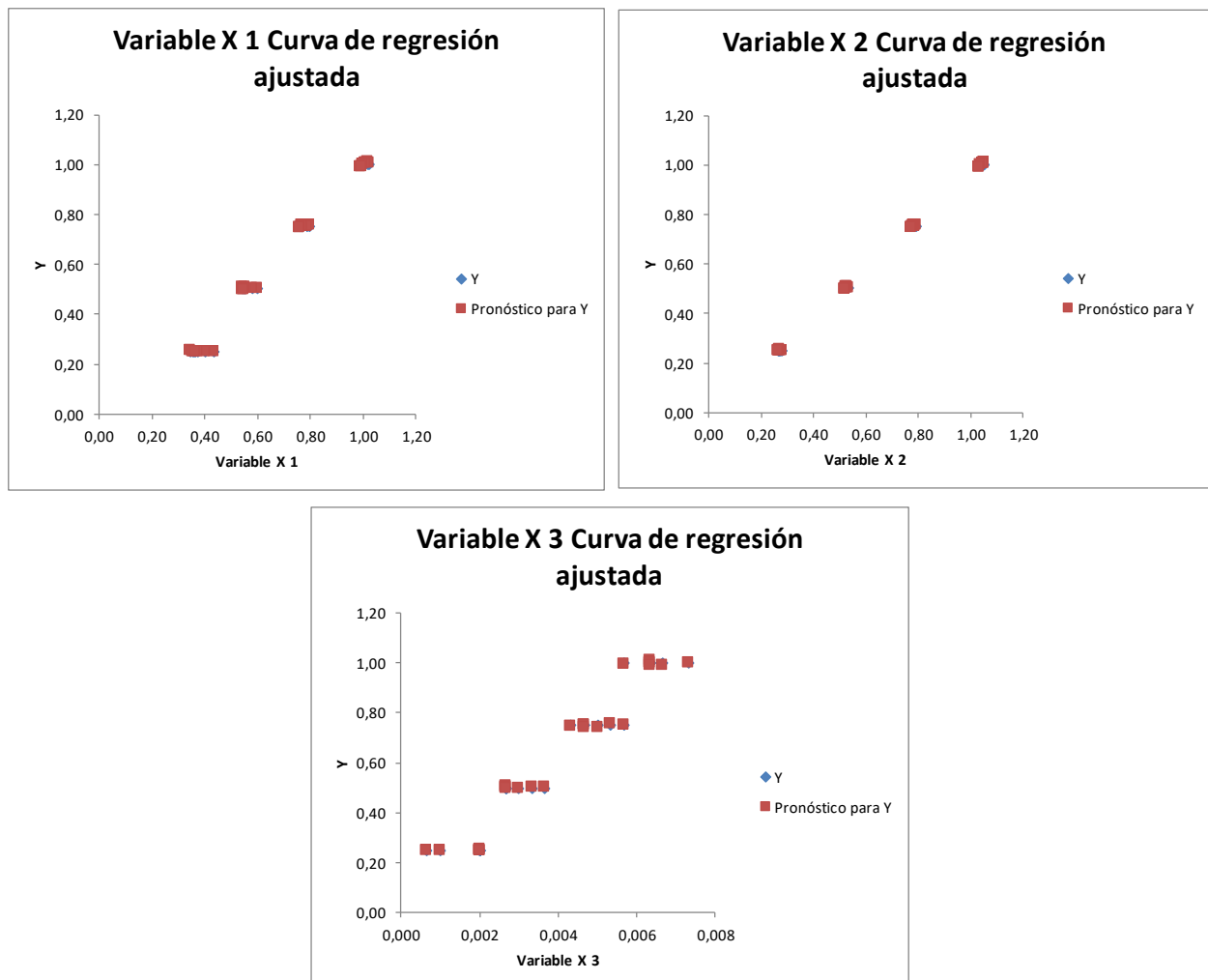


Figura 6-187 Curva de regresión ajustada IE2, 3000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I) ; X2 = (P_{abs}) ; X3 = (s)

Tabla 6–101. Resumen IE3, 3000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99985501
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,0021454
Variable X 1	-0,12031832
Variable X 2	1,08484353
Variable X 3	-2,04789934

De la tabla 6-101 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0021 + 1.0848 * P_{abs} - 0.1203 * I - 2.0478 * s; R^2 = 0.99985$$

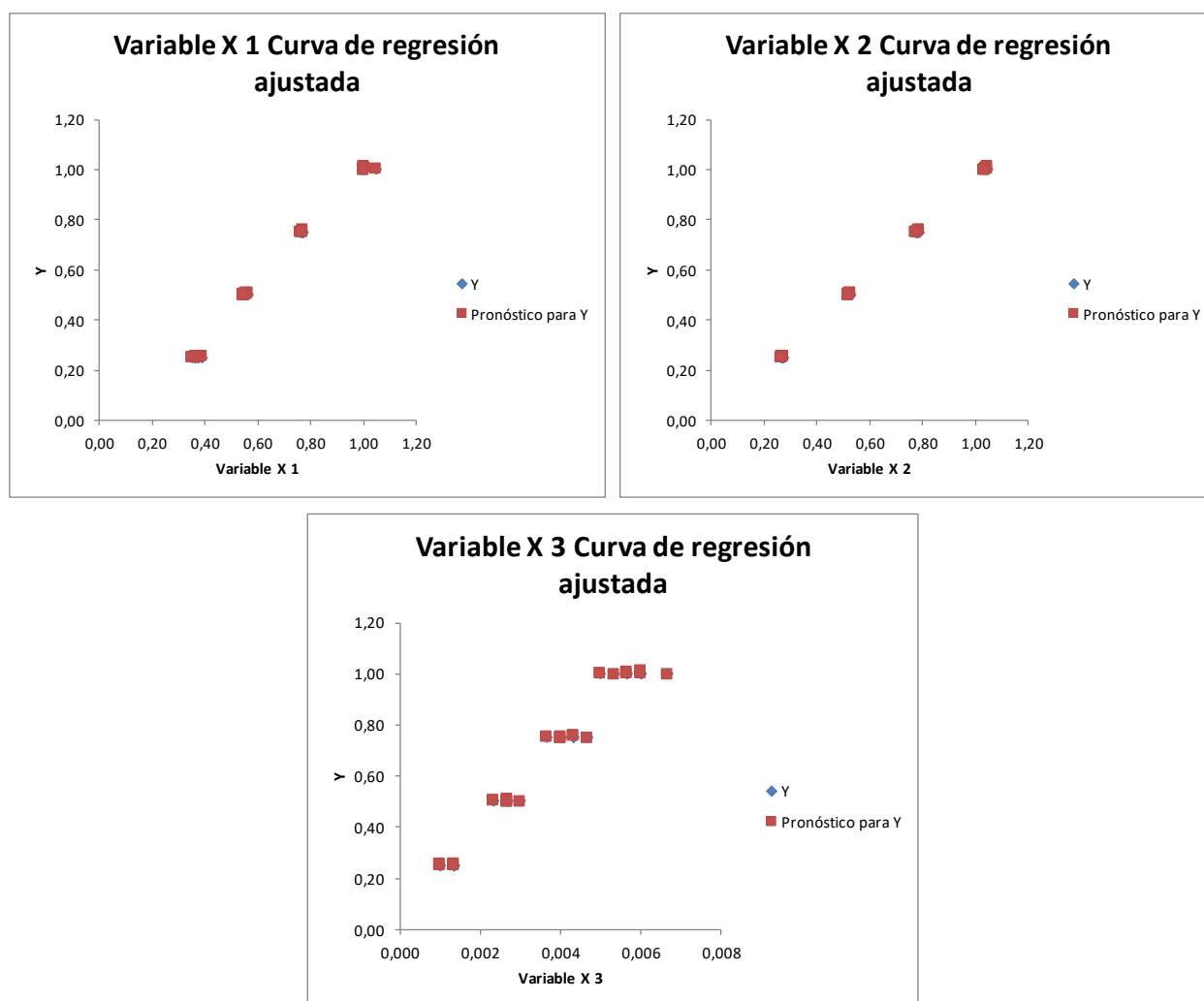


Figura 6-188 Curva de regresión ajustada IE3, 3000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6–102. Resumen IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99977007
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	0,00112435
Variable X 1	-0,06094875
Variable X 2	1,01398047
Variable X 3	-0,19354898

De la tabla 6-102 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0011 + 1.0139 * P_{abs} - 0.0609 * I - 0.1935 * s; R^2 = 0.99977$$

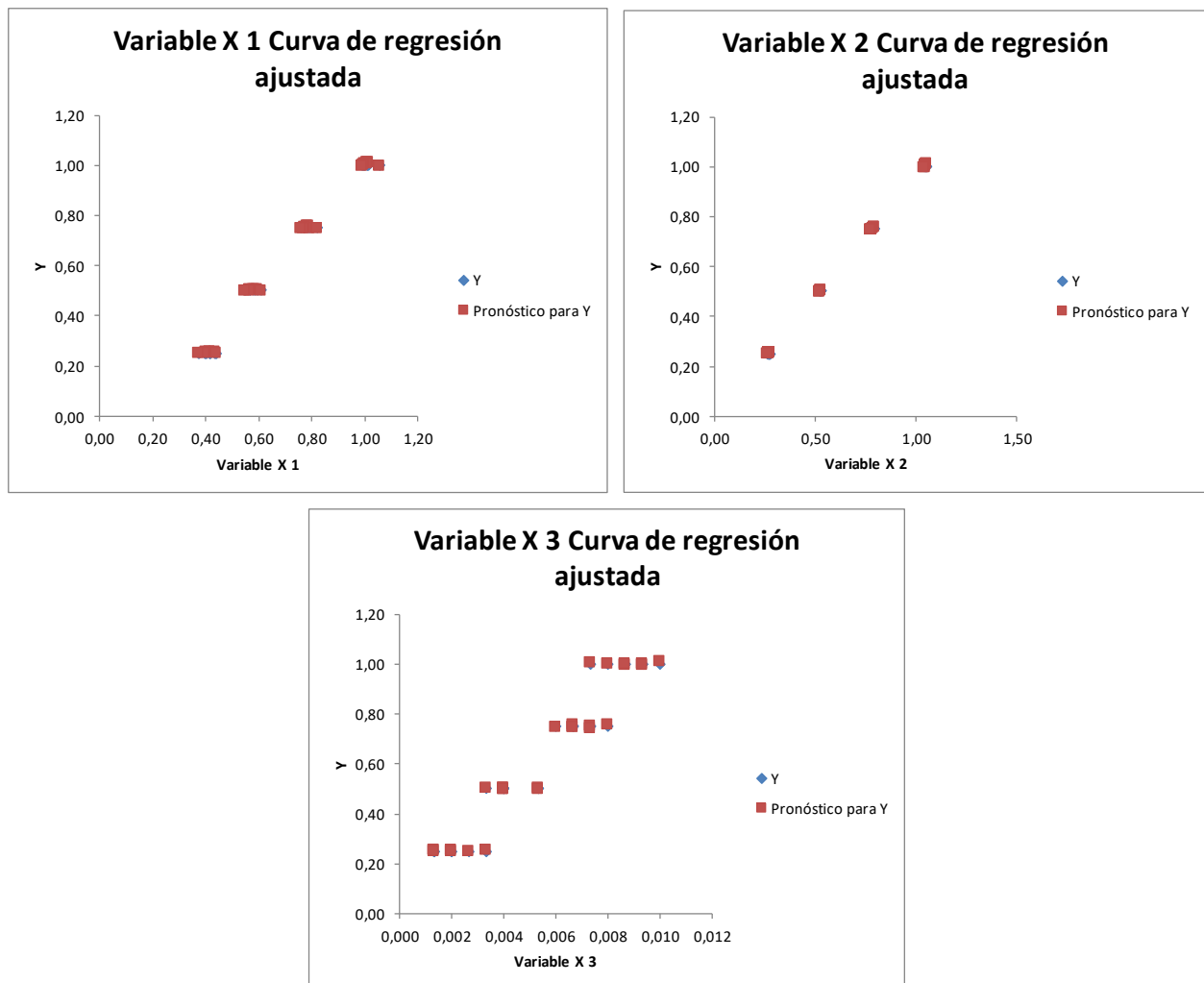


Figura 6-189 Curva de regresión ajustada IE2, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6–103. Resumen IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,99989311
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,01072717
Variable X 1	-0,09970304
Variable X 2	1,058007
Variable X 3	-1,7859094

De la tabla 6-103 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0107 + 1.0580 * P_{abs} - 0.0997 * I - 1.7859 * s; R^2 = 0.99989$$

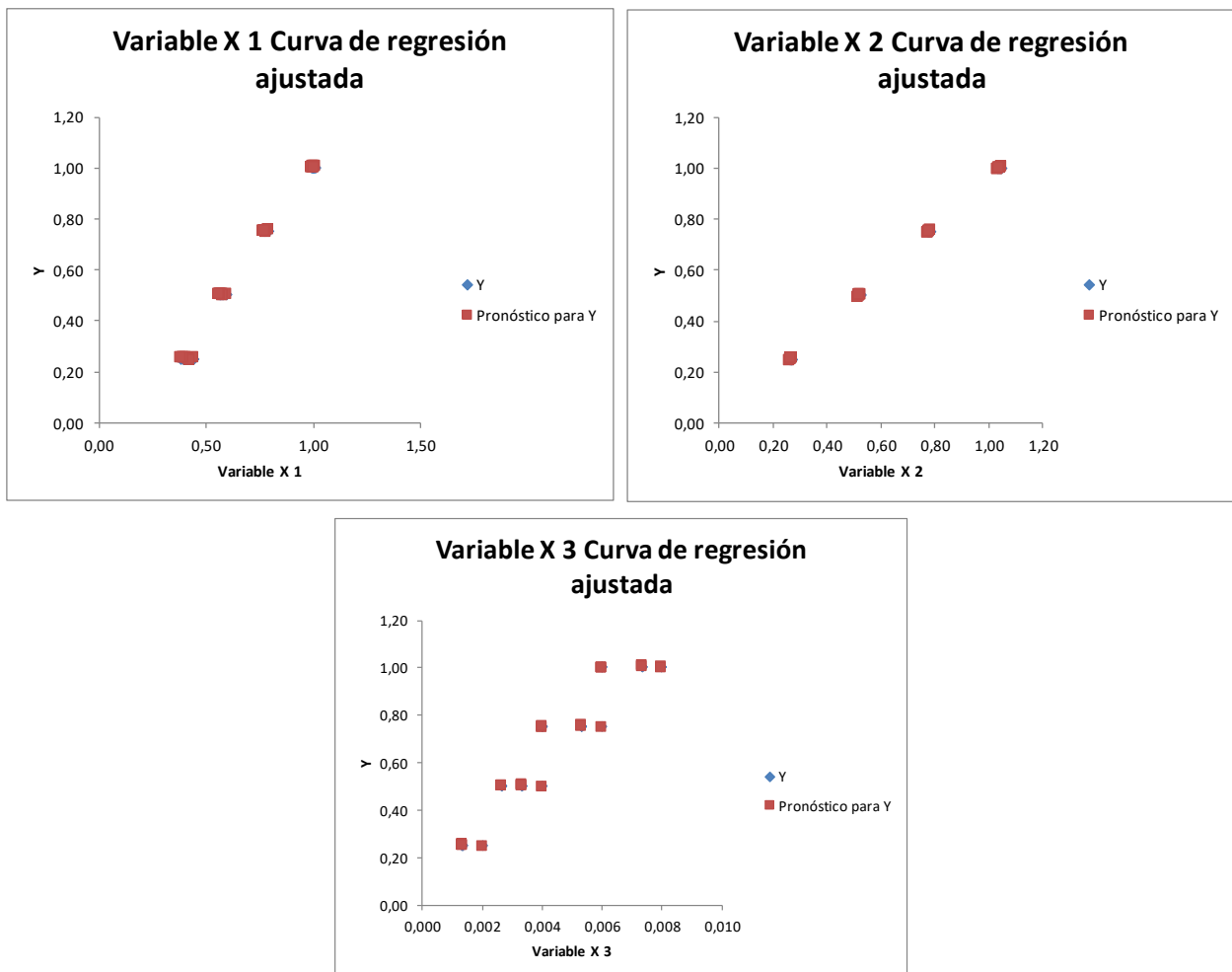


Figura 6-190 Curva de regresión ajustada IE3, 1500 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6-104. Resumen IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,91786609
<i>Coeficientes</i>	
Intercepción	-0,23001691
Variable X 1	0,86944197
Variable X 2	0,07917961
Variable X 3	30,8509944

De la tabla 6-104 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = -0.2300 + 0.0791 * P_{abs} + 0.8694 * I + 30.8509 * s; R^2 = 0.9178$$

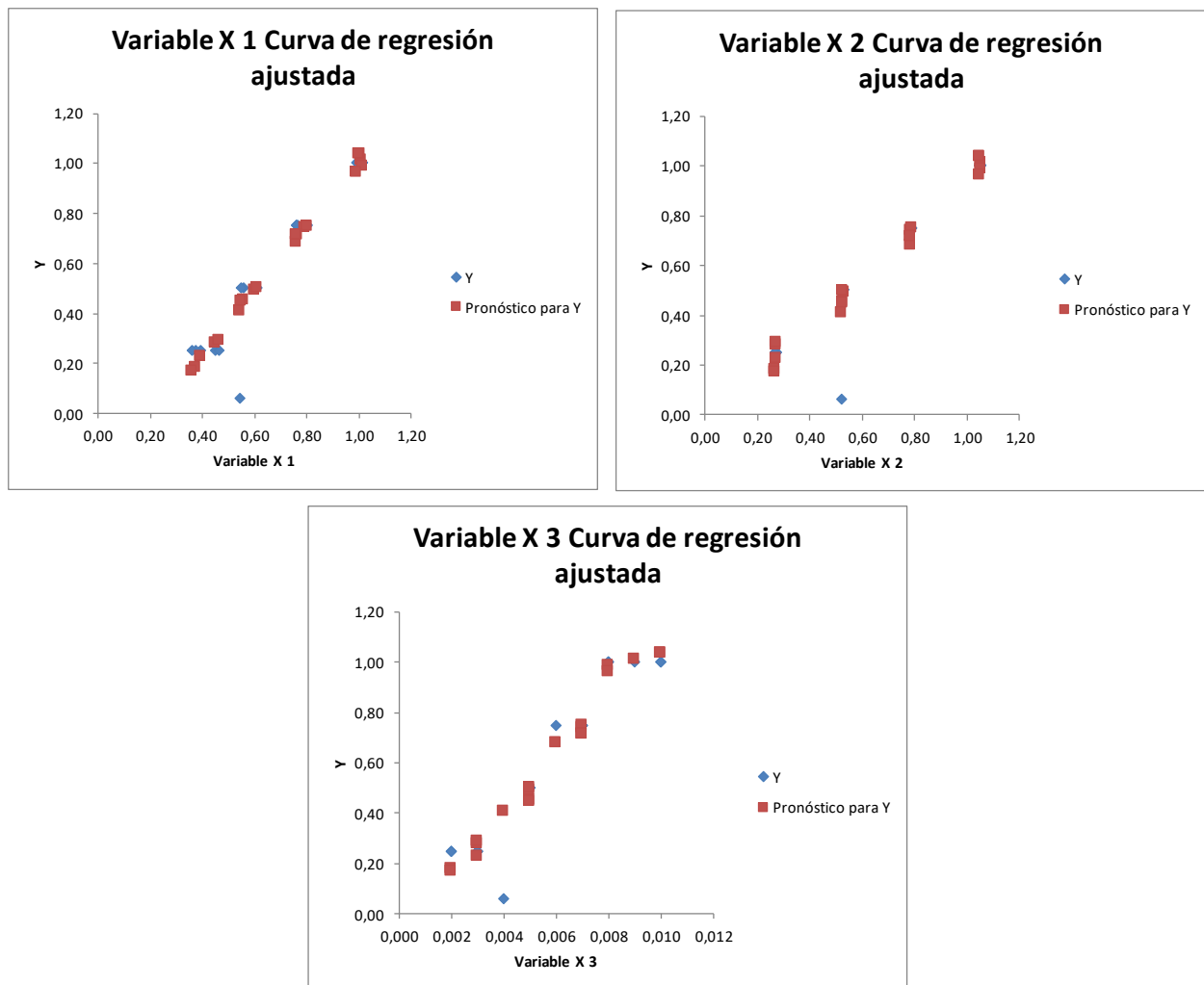


Figura 6-191 Curva de regresión ajustada IE2, 1000 rev/min, $[P_{pu} \geq 100kW]$. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

Tabla 6–105. Resumen IE3, 1000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. (P_{abs}, I, s)

Resumen	
<i>Estadísticas de la regresión</i>	
Coefficiente de determinación R^2	0,999852
<i>Coefficientes</i>	
Intercepción	0,00374302
Variable X 1	-0,03562723
Variable X 2	0,97718533
Variable X 3	2,34063862

De la tabla 6-105 se obtiene los valores de β_0 = intercepción, β_1 = variable X2, β_2 = variable X1, y β_3 = variable X3 Por lo que sustituyendo en la ecuación (6.7) se obtiene de la ecuación de estimación de potencia mecánica útil en funcion de la potencia absorbida, la intensidad y el deslizamiento de la manera siguiente:

$$P_{pu}(P_{abs}, I, s) = 0.0037 + 0.9771 * P_{abs} - 0.0356 * I + 2.3406 * s; R^2 = 0.99985$$

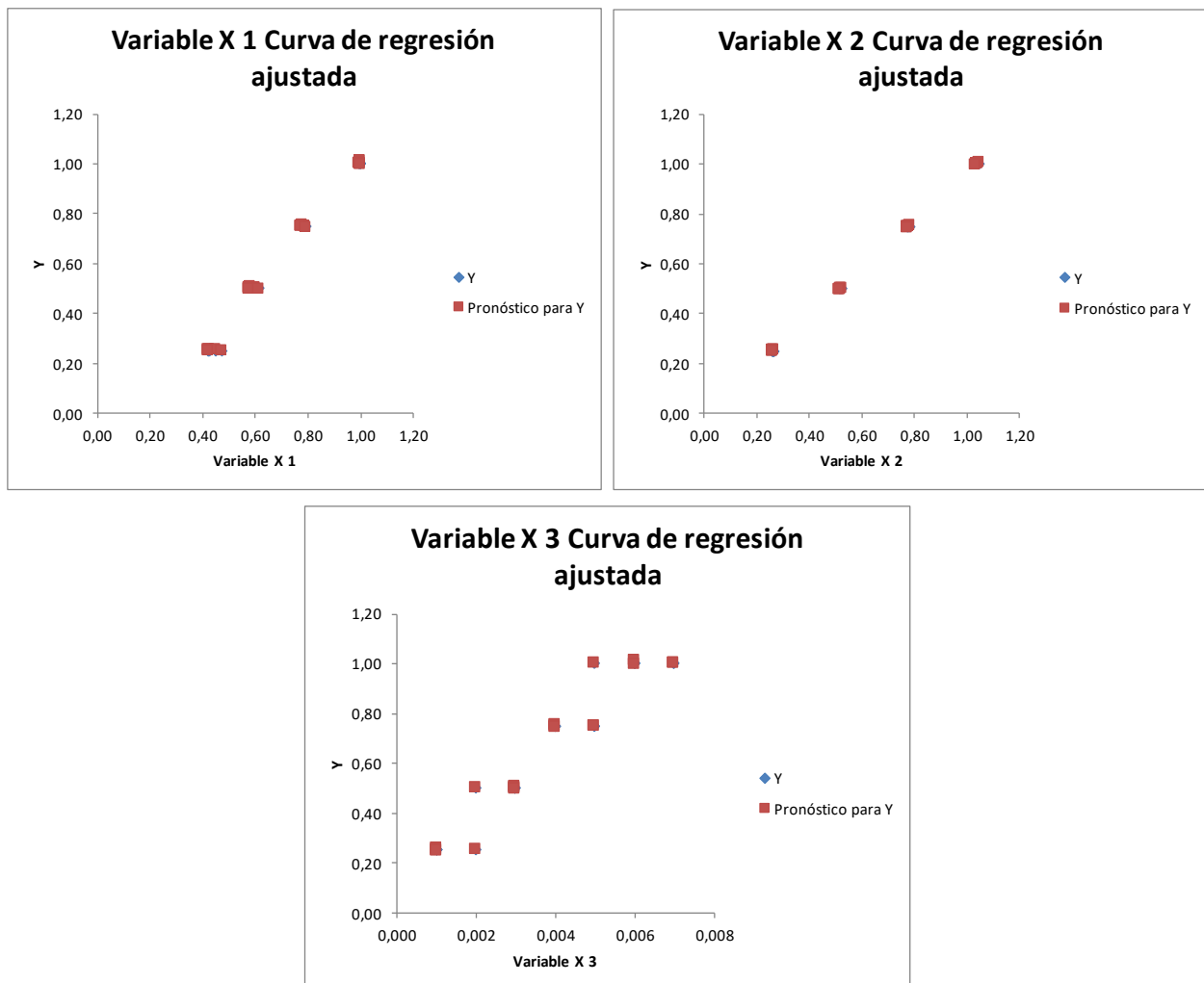


Figura 6-192 Curva de regresión ajustada IE3, 1000 rev/min, [$P_{pu} \geq 100kW$]. $P_{pu}(P_{abs}, I, s)$ X1 = (I); X2 = (P_{abs}); X3 = (s)

6.3.5 Validación en Matlab de los peores casos de Excel

Las regresiones en Excel presentan buenos resultados de ajuste por lo que se pueden tomar como válidas. En un intento de comprobar si una herramienta computacional más dedicada puede mejorar los peores casos de ajuste se decide optar por la validación de dichos casos en Matlab. En capítulos anteriores se puede apreciar que con las herramientas de RNA en Matlab podemos obtener un coeficiente de determinación al igual que Excel con lo que podemos comparar directamente las regresiones. Se aprovechará también la facilidad de obtener las estimaciones a partir de una función creada por la herramienta de Matlab y así se creará una comparación del porcentaje de error promedio para ambas herramientas. En las tablas a continuación donde se ve como un mayor valor de coeficiente de determinación se traduce en menores errores de estimación. Las redes neuronales arrojan mejores resultados para los peores casos de estudios evaluados mediante regresiones lineales en la herramienta de Excel esto se debe a que la herramienta en Matlab te permite modelar de mejor manera el ajuste e ir cambiando los parámetros hasta obtener los resultados deseados mientras que la anterior tiene menor rango de ajuste. A modo de abreviación se utiliza RL como nomenclatura de las regresiones lineales en Excel y RNN las regresiones utilizando las redes neuronales de Matlab.

Tabla 6–106. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 1

Coeficiente de determinación R^2 (Caso 1)							
Clase	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
All	0,97085	0,96820	0,89851	0,81796	0,89846	0,80679	0,17475
	0,98837	0,98533	0,97151	0,92174	0,96271	0,90057	0,59247

RL RNN

Porcentaje Error promedio Putil real vs estimada							
Clase	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
All	1,95%	2,11%	4,15%	7,14%	4,14%	7,41%	26,16%
	1,82%	1,90%	1,79%	7,01%	2,32%	7,22%	18,99%

RL RNN

Tabla 6–107. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 2

Coeficiente de determinación R^2 (Caso 2)							
Clase	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
IE2	0,95578	0,95150	0,86770	0,74444	0,86768	0,73933	0,21848
	0,98259	0,97691	0,95777	0,88251	0,94834	0,87436	0,32401

RL RNN

Porcentaje Error promedio Putil real vs estimada							
Clase	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
IE2	3,14%	3,31%	5,67%	9,82%	5,68%	9,91%	25,70%
	2,93%	2,90%	2,74%	9,59%	5,45%	9,25%	8,79%

RL RNN

Tabla 6–108. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 3

Coeficiente de determinación R^2 (Caso 3)								
Clase	Velocidad [rev/min]	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
IE2	1000	0,91881	0,91583	0,79697	0,64535	0,79674	0,64294	0,21437
		0,96097	0,95949	0,9271	0,82261	0,91718	0,81977	0,56452

RL

RNN

Porcentaje Error promedio Putil real vs estimada								
Clase	Velocidad [rev/min]	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)
IE2	1000	7,67%	7,58%	10,71%	14,85%	10,76%	14,89%	29,74%
		7,33%	7,02%	7,74%	13,89%	8,94%	13,37%	22,60%

RL

RNN

RL
RNNRL
RNN

Tabla 6–109. Resumen coeficiente de determinación y porcentaje de error medio Caso 4

			Coeficiente de determinación R^2 (Caso 4)							
Clase	Velocidad [rev/min]	Potencia[kW]	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)	
IE2	1000	P≤10kW	0,88158	0,87066	0,81028	0,66001	0,81006	0,60921		RL
			0,94919	0,93753	0,92499	0,82145	0,91438	0,80509		RNN
IE3	1500	10kW≤P≤100kW							0,40223	RL
									0,72965	RNN

Porcentaje Error promedio Putil real vs estimada										
Clase	Velocidad [rev/min]	Potencia[kW]	Putil(Ipu,Pabs,S)	Putil(Pabs,S)	Putil(Ipu,Pabs)	Putil(Ipu,S)	Putil(Pabs)	Putil(Ipu)	Putil(S)	
IE2	1000	P≤10kW	3,44%	4,07%	5,80%	11,03%	5,85%	12,90%		RL
			2,36%	3,22%	2,95%	9,43%	5,41%	12,47%		RNN
IE3	1000	10kW≤P≤100kW							17,09%	RL
									13,09%	RNN

RL
RNNRL
RNNRL
RNN

En las tablas 6-106 a 109 se ha demostrado que las regresiones se mejoran con el uso de las redes neuronales. En los anexos D y E se pueden encontrar los códigos que modelan la función y las graficas de las regresiones en Matlab.

7 CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Regresiones de una variable Putil (x_1):

- Si solo se tiene una variable es mejor usar la potencia absorbida, como segunda opción la corriente. El deslizamiento en todos los casos es el que produce peores resultados al tratar de estimar la potencia útil por lo que se debería evitar.
- Generalmente los motores IE3 producen mejores regresiones que los IE2; esto se debe a que a mayor eficiencia menores los errores en los datos de prueba.
- Para ambos tipos de eficiencia la velocidad del motor influye directamente en la precisión de las regresiones tanto para la potencia absorbida y la corriente. En el caso del deslizamiento no es determinante esto se puede deber a que los errores asociados a esta variable hagan que su comportamiento sea atípico.

Regresiones de dos variables Putil (x_1, x_2):

- Si se tienen dos variables lo mejor combinación es Potencia absorbida + Deslizamiento, como segunda opción Corriente + Potencia absorbida y por último Corriente + Deslizamiento.

Regresiones de tres variables Putil (x_1, x_2, x_3):

Al igual que los casos anteriores se cumplen dos características generales.

- A mayor eficiencia mejores regresiones
- A mayor velocidad (menor número de polos) mejores regresiones

Al clasificar los motores por eficiencia, velocidad y potencia nominal se pudo observar donde se incurren los mayores errores de medida y por tanto las regresiones menos ajustadas se evidencia claramente que provienen de los motores con menor rango de potencia y eficiencia. A mayor potencia nominal y eficiencia mejores regresiones. Esto se debe a que los márgenes de error para motores más grandes son más estrictos por lo que los valores son más ajustados.

En el análisis con redes neuronales se obtiene mejores resultados donde las regresiones arrojan peores resultados. Esto se debe a que es posible modificar la arquitectura de la red neuronal, así como el algoritmo de entrenamiento hasta que se obtengan resultados satisfactorios. En la tabla 7-1 se presenta un breve resumen comparativo del porcentaje de error promedio para el caso específico de la estimación de $P_{pu}(s)$

Tabla 7–1. Comparacion porcentaje de error promedio entre técnicas de estimacion

Estimación de Potencia útil con variable de entrada deslizamiento	Red neuronal	Regresión
Caso 1	18.99%	26.16%
Caso 2 _IE2	8.79%	25.70%
Caso 3 _IE2_ 1000rev/min	22.60%	29.74%
Caso 4 _IE3_ 1000rev/min_ 10kW≤P≤100kW	13.09%	17.09%

En el análisis de las regresiones para todos los casos de estudio se puede observar cómo de una variable a dos variables las regresiones son considerablemente más precisas, pero de dos variables a tres mejoran solo un poco como se puede observar en la tabla 7-2.

Tabla 7-2. Comparacion coeficiente de determinación por numero de variables

Numero de Variables	Variable	R2
(x_1)	(s)	0.17475
	(I)	0.80679
	(P_{abs})	0.89846
(x_1, x_2)	(I, s)	0.81796
	(P_{abs}, I)	0.89851
	(P_{abs}, s)	0.96820
(x_1, x_2, x_3)	(P_{abs}, I, s)	0.97085

Como trabajos futuros se puede:

- validar los modelos de estimacion con medidas reales y comprobar la robustez de los métodos.
- probar distintas arquitecturas de redes neuronales.

REFERENCIAS

- [1] R. W. Smeaton, *Motores electricos: seleccion, mantenimiento y reparacion*, 2nd ed. McGraw-Hill Interamericana, 1991.
- [2] M. A. Therib, "Three Phase Induction Motors," no. November, 2017.
- [3] IEC, "ANSI - IEC 60529," 2001.
- [4] H. Hiziroglu and J. Brito, *Maquinas electricas y transformadores*. 2003.
- [5] O. D. Jefimenko and D. K. Walker, *Electrostatic Motors*. 1973.
- [6] M. A. P. C., "Conceptos basicos de motores monofasicos," no. October, 2011.
- [7] R. W. Baker, *Applied Linear Regression*, 3rd ed. 2005.
- [8] D. M. (Universidad de J. Cazorla, "Regresión lineal simple." p. 11.
- [9] J. S. Chipman, "Gauss-Markov Theorem," in *International Encyclopedia of Statistical Science*, M. Lovric, Ed. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 2011, pp. 577–582.
- [10] D. Campbell *et al.*, *Applied Regression Analysis: A Research Tool*, vol. 61, no. 1. 2007.
- [11] J. Neter, W. Wasserman, and M. H. Kutner, *Applied linear regression models*. 1983.
- [12] J. J. M. Moreno, "Redes neuronales artificiales aplicadas al análisis de datos," 2002.
- [13] D. Jorge Matich, "Redes Neuronales: Conceptos Básicos y Aplicaciones," p. 6, 2001.
- [14] F. Rosenblatt, "PRINCIPLES OF NEURODYNAMICS: PERCEPTRONS AND THE THEORY OF BRAIN MECHANISM," *Zhurnal Prikl. Mekhaniki i Tec.*, 1961.
- [15] M. Minsky and S. Papert, "Perceptrons," *MIT Press*, 1969.
- [16] P. J. Werbos, "Applications of Advances in Non linear Sensitivity Analysis," 1982.
- [17] P. J. Werbos, "Beyond Regression: New Tools for Prediction and Analysis in the Behavioral Sciences," *PhD Thesis, Harvard U.*, vol. PhD thesis, no. January 1974, p. 454, 1974.
- [18] E. A. Wan, "Time Series Prediction by Using a Connectionist Network with Internal Delay Lines," *Sci. York*, vol. XVII, no. 2, pp. 1–22, 1994.
- [19] W. PITTS, S. WARREN, and M. CULLOCH, "A LOGICAL CACULUS OF THE IDEAS IMMANENT IN NERVOUS ACTIVITIES," *Bull. Matheamtical Biophys.*, vol. 5, pp. 115–133, 1943.
- [20] D. O. ; E. A. Hebb and T. J. Bussey, "The Organization of Behavior," *J. Cogn. Neurosci*, vol. 99, p. 70, 1949.
- [21] J. De Dios and U. Arciniega, "Procesos De Aprendizaje Cooperativo," pp. 193–201, 1996.
- [22] X. B. Olabe, "REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y SUS APLICACIONES."
- [23] B. Mingus, "Comparison of Neural Network Simulators," 2014. [Online]. Available: https://grey.colorado.edu/emergent/index.php/Comparison_of_Neural_Network_Simulators.

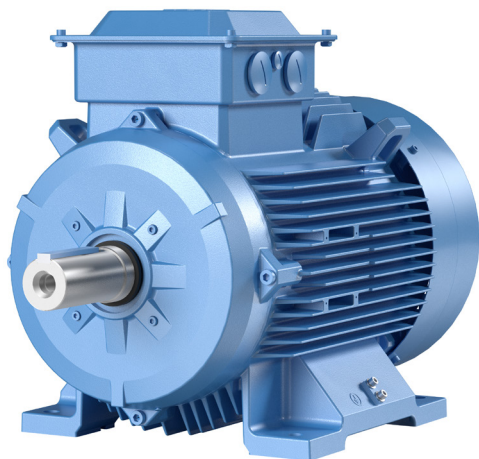
ANEXOS

Anexo A

Catálogos de motores ABB IE2 e IE3

PRODUCT NOTE

General performance IE3 cast iron motors in frame sizes 71 to 355



General performance IE3 motors are ideal for OEMs to build into pumps and fans, as well as for other applications including gear boxes, conveyors and general machinery. The robust, straightforward motors meet all basic requirements on the market.

The premium choice for the OEM customer

In order to meet the competitiveness, ABB has developed a motor with a classic streamlined appearance, that is compact in size. The use of materials, both electrically and mechanically, has been optimized and enhanced to meet today's needs.

- Flexible product, fit for purpose
- Global customer support
- Online product documentation
- Product available from stock
- Target segments HVAC, food and beverage, water and waste water, power
- Global service organization
-

Motor sizes 160-250 are upgraded to generation F, will be available for sales January 2017.

Product offering

Motor type	General performance M2BAX 71-355
Rated output	0,25 to 355 kW
Poles	2 to 6 poles
Voltage, frequency	230-400 V, 50/60 Hz
Mounting	B3, B5, B14, B35, B34
Ambient temperature	-20°C to +40°C
Cooling	IC411, TEFC
Efficiency	IE3
Protection	IP55 as standard
Insulation	F / B
Stator protection	Thermistor +150°C as standard
Certification, MEPS	Standard CE
Options	Please refer to 'General performance motors' catalogs or contact ABB

Technical data

General performance motors, 400 V 50 Hz

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-2-1; 2014				Power factor cos φ	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD2 kgm2	Weight kg	Sound pressure level LPA dB	
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50 %	IN A		IS IN	Ts Nm	TI TN	Tb TN					
3000 r/min = 2 poles			400 V 50 Hz				CENELEC design										
0,55	M2BAX 71MB 2	3GBA071320---D	2816	78,4	78,1	75,9	0,80	1,27	6,1	1,88	2,7	3,2	0,0004	10	49		
0,37	M2BAX 71MC 2	3GBA071330---D	2819	76,5	76,0	73,4	0,80	0,86	6,6	1,26	2,7	3,2	0,00035	10	50		
1,1	M2BAX 80MD 2	3GBA081340---D	2862	82,7	83,1	82,4	0,81	2,37	7,5	3,67	3,2	4,0	0,00102	17	59		
1,5	M2BAX 90SB 2	3GBA091120---D	2913	84,2	84,1	82,6	0,84	3,02	8,7	4,93	2,9	3,9	0,00234	23	54		
2,2	M2BAX 90SLA 2	3GBA091010---D	2917	85,9	85,6	84,2	0,83	4,39	9,8	7,22	3,4	4,2	0,003	26	66		
3	M2BAX 100LKA 2	3GBA101810---D	2908	87,1	88,1	87,8	0,91	5,41	9,7	9,79	3,1	4,0	0,00691	42	60		
4	M2BAX 112MB 2	3GBA111320---D	2904	88,1	89,0	89,2	0,9	7,23	9,3	13,19	2,8	3,7	0,00711	42	64		
5,5	M2BAX 132SMA 2	3GBA131210---D	2934	89,2	89,8	89,0	0,82	10,6	8,9	17,91	2,4	4,1	0,0136	64	65		
7,5	M2BAX 132SME 2	3GBA131250---D	2901	90,1	91,1	91,2	0,91	13,1	7,3	24,72	2,2	3,7	0,02	83	71		
11	M2BAX 160MLA 2	3GBA161410---F	2943	91,2	92,0	91,6	0,91	19,1	7,2	35,57	2,6	3,6	0,057	121	69		
15	M2BAX 160MLB 2	3GBA161420---F	2947	91,9	92,2	91,8	0,88	26,5	7,8	48,49	3,2	4,2	0,063	128	69		
18,5	M2BAX 160MLC 2	3GBA161430---F	2949	92,4	93,0	92,6	0,90	32	8,2	59,81	3,3	3,9	0,076	145	73		
22	M2BAX 180MLA 2	3GBA181410---F	2941	92,7	93,0	92,7	0,84	41,1	8,1	71,42	3,4	4,1	0,073	152	70		
30	M2BAX 200MLA 2	3GBA201410---F	2961	93,3	93,3	92,6	0,89	52	9,0	96,89	3,7	4,1	0,144	250	80		
37	M2BAX 200MLB 2	3GBA201420---F	2951	93,7	93,9	93,3	0,89	63,9	9,5	119	4,2	4,1	0,16	268	78		
45	M2BAX 225SMA 2	3GBA221210---F	2962	94,0	94,0	93,3	0,85	81,3	8,4	145	3,8	4,1	0,223	278	80		
55	M2BAX 250SMA 2	3GBA251210---F	2965	94,3	94,3	93,7	0,87	96,4	7,4	177	3,4	3,0	0,344	335	78		
75	M2BAX 280SMB 2	3GBA281220---M	2978	94,7	94,6	93,6	0,88	130	7,0	240	2,3	3,0	0,9	596	74		
90	M2BAX 280SMC 2	3GBA281230---M	2975	95,0	95,0	94,2	0,88	156	6,4	289	2,1	2,8	0,99	618	74		
110	M2BAX 315SMB 2	3GBA311220---M	2982	95,2	94,9	93,9	0,87	192	7,0	352	1,8	2,7	1,3	801	78		
132	M2BAX 315SMC 2	3GBA311230---M	2982	95,4	95,4	94,6	0,87	229	6,8	422	2	2,8	1,5	852	78		
160	M2BAX 315SMD 2	3GBA311240---M	2983	95,6	95,6	94,9	0,87	275	7,4	512	2,2	2,8	1,7	909	78		
200	M2BAX 315MLA 2	3GBA311410---M	2983	95,8	96,0	95,5	0,88	342	7,5	640	2,3	3,1	2,1	1051	81		
250	M2BAX 355SMA 2	3GBA351210---M	2985	95,8	95,6	94,6	0,89	423	7,7	800	2,1	3,3	3	1412	83		
315	M2BAX 355SMB 2	3GBA351220---M	2980	95,8	95,7	95,0	0,89	529	7,0	1009	2,1	3,0	3,4	1495	83		
355	M2BAX 355SMC 2	3GBA351230---M	2984	95,8	95,8	95,0	0,88	605	7,2	1136	2,2	3,0	3,6	1565	83		

Technical data

General performance motors, 400 V 50 Hz

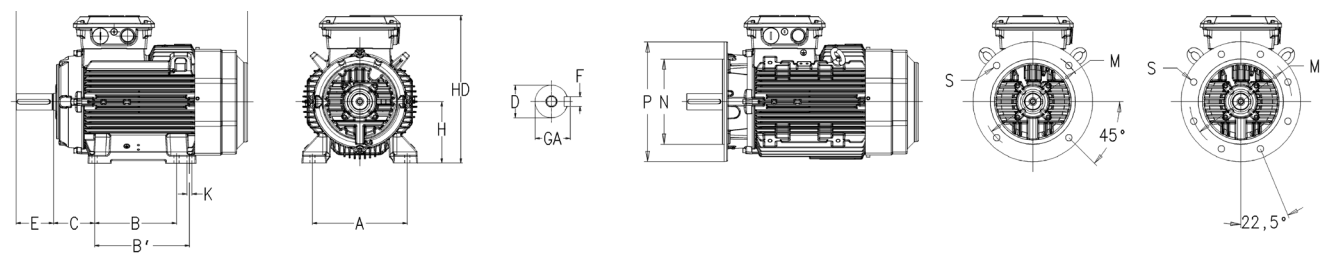
Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-2-1; 2014			Power factor cos φ	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD2 kgm2	Weight kg	Sound pressure level LPA dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50 %		IN A	IS IN	Ts Nm	TI TN	Tb TN			
1500 r/min = 4 poles				400 V 50 Hz											
0,25	M2BAX 71MB 4	3GBA072320---D	1440	73,5	70,1	63,8	0,64	0,78	6,1	1,67	2,7	3,5	0,00075	10	41
0,37	M2BAX 71MLA 4	3GBA072410---D	1441	77,3	74,9	69,8	0,66	1,06	6,8	2,47	2,7	3,8	0,00098	12	50
0,55	M2BAX 80MC 4	3GBA082330---D	1445	80,8	80,8	78,1	0,75	1,31	7,8	3,64	2,6	3,9	0,00228	17	48
0,75	M2BAX 80MLA 4	3GBA082410---D	1444	82,5	81,3	78,0	0,72	1,79	8,4	4,86	3,8	4,6	0,00295	21	48
1,1	M2BAX 90SB 4	3GBA092120---D	1439	84,1	83,2	80,9	0,74	2,57	7,7	7,23	3,6	4,2	0,00394	23	47
1,5	M2BAX 90SLA 4	3GBA092010---D	1444	85,3	84,2	81,3	0,70	3,65	8,3	9,87	4,6	5,4	0,00485	25	44
2,2	M2BAX 100LB 4	3GBA102520---D	1451	86,7	86,6	84,5	0,77	4,77	9,2	14,54	3,4	4,4	0,00863	34	50
3	M2BAX 100LKA 4	3GBA102810---D	1450	87,7	87,6	86,5	0,80	6,18	9,8	19,78	3,7	4,6	0,0115	41	56
4	M2BAX 112MLA 4	3GBA112410---D	1443	88,6	88,9	88,1	0,81	8,11	9,4	26,53	3,6	4,4	0,0152	50	57
5,5	M2BAX 132SMA 4	3GBA132210---D	1463	89,6	90,4	90,2	0,77	11,5	7,9	35,89	2,6	3,3	0,0297	67	68
7,5	M2BAX 132SME 4	3GBA132250---D	1465	90,4	90,7	90,3	0,78	15,5	7,4	48,96	2,5	4,0	0,037	77	60
11	M2BAX 160 MLA 4	3GBA162410---F	1477	91,4	91,8	91,1	0,82	21,1	7,6	71,27	2,6	3,3	0,11	136	61
15	M2BAX 160MLB 4	3GBA162420---F	1477	92,1	92,4	91,6	0,82	28,5	7,8	96,99	3,0	3,7	0,135	161	61
18,5	M2BAX 180MLA 4	3GBA182410---F	1472	92,6	92,6	92,0	0,82	35	9,3	120	3,6	4,0	0,135	169	64
22	M2BAX 180MLB 4	3GBA182420---F	1473	93,0	93,2	92,5	0,80	42,8	9,1	143	3,3	4,2	0,167	198	65
30	M2BAX 200MLA 4	3GBA202410---F	1481	93,6	94,0	93,5	0,82	56,3	9,0	193	3,9	3,0	0,32	282	69
37	M2BAX 225SMA 4	3GBA222210---F	1479	93,9	94,2	93,7	0,81	70,3	8,4	238	2,5	3,0	0,376	278	67
45	M2BAX 225SMB 4	3GBA222220---F	1481	94,2	94,4	93,8	0,79	87,8	8,2	288	4,2	3,6	0,415	293	68
55	M2BAX 250SMA 4	3GBA252210---F	1479	94,6	94,7	94,0	0,83	102	8,3	352	4,4	3,4	0,62	386	74
75	M2BAX 280SMF 4	3GBA282260---F	1481	95,0	95,1	95,0	0,83	137	8,6	483	3,6	3,8	0,959	530	68
75	M2BAX 280SMB 4	3GBA282220---M	1485	95,0	95,2	94,8	0,86	133	6,4	483	2,3	2,8	1,38	573	75
90	M2BAX 280SMC 4	3GBA282230---M	1485	95,2	95,3	94,8	0,86	159	7,1	588	2,5	2,9	1,73	636	75
110	M2BAX 315SMB 4	3GBA312220---M	1489	95,4	95,4	94,8	0,85	196	7,0	705	2,1	3,0	2,43	823	71
132	M2BAX 315SMC 4	3GBA312230---M	1488	95,6	95,8	95,3	0,86	231	6,7	847	2,2	2,9	2,9	892	71
160	M2BAX 315SMD 4	3GBA312240---M	1488	95,8	96,0	95,8	0,85	282	6,9	1026	2,2	3,0	3,2	933	71
200	M2BAX 315MLB 4	3GBA312420---M	1487	96,0	96,4	96,4	0,86	351	6,8	1284	2,4	3,0	3,9	1091	74
250	M2BAX 355SMA 4	3GBA352210---M	1491	96,0	96,0	95,6	0,86	435	6,4	1601	2,1	2,9	5,9	1445	78
315	M2BAX 355SMB 4	3GBA352220---M	1491	96,0	96,0	95,6	0,86	545	6,7	2018	2,3	3,0	6,9	1595	78
355	M2BAX 355SMC 4	3GBA352230---M	1490	96,0	96,2	95,8	0,86	616	6,3	2273	2,3	2,8	7,2	1635	78

Technical data

General performance motors, 400 V 50 Hz

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-2-1; 2014			Power factor cos φ	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD2 kgm2	Weight kg	Sound pressure level LPA dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50 %		IN A	IS IN	Ts Nm	TI TN	Tb TN			
1000 r/min = 6 poles			400 V 50 Hz												
0,18	M2BAX 71MB 6	3GBA073320---D	931	63,9	60,0	53,2	0,69	0,6	3,8	1,87	2,1	2,6	0,00103	10	39
0,25	M2BAX 71MLA 6	3GBA073410---D	926	68,6	66,3	60,9	0,67	0,8	4,3	2,58	2,6	2,9	0,0014	13	46
0,37	M2BAX 80MC 6	3GBA083330---D	940	73,5	71,2	66,4	0,67	1,08	5,8	3,77	2,8	3,2	0,0024	17	42
1,1	M2BAX 90LB 6	3GBA093520---D	954	81,0	79,2	75,5	0,63	3,13	6,0	11,05	3,3	3,8	0,00643	30	53
1,5	M2BAX 100LKA 6	3GBA103810---D	955	82,5	82,0	79,7	0,66	3,95	5,4	15,01	2,8	3,1	0,00975	37	48
2,2	M2BAX 112MLA 6	3GBA113410---D	957	84,3	83,6	81,5	0,65	5,85	6,7	21,84	2,9	3,7	0,013	46	49
3	M2BAX 132SMA 6	3GBA133210---D	968	85,6	86,3	84,9	0,68	7,33	6,8	29,58	2,2	3,2	0,0291	65	48
4	M2BAX 132SMB 6	3GBA133220---D	972	86,8	86,8	84,9	0,65	10,1	7,0	39,32	2,7	3,6	0,0343	71	52
5,5	M2BAX 132MLA 6	3GBA133410---D	974	88,0	87,4	86,0	0,67	13,5	7,3	54,2	2,9	3,5	0,0511	97	65
7,5	M2BAX 160MLA 6	3GBA163410---F	979	89,1	89,5	88,9	0,75	15,9	7,6	73,39	1,8	3,1	0,099	131	59
11	M2BAX 160MLB 6	3GBA163420---F	976	90,3	91,3	91,3	0,78	22,5	7,8	108	1,9	3,0	0,134	161	57
15	M2BAX 180MLA 6	3GBA183410---F	971	91,2	91,8	91,2	0,75	31,8	8,6	146	2,3	3,6	0,162	197	63
18,5	M2BAX 200MLA 6	3GBA203410---F	978	91,7	92,1	91,5	0,75	38,8	6,7	180	2,1	2,8	0,207	208	64
22	M2BAX 200MLB 6	3GBA203420---F	978	92,2	92,5	91,8	0,75	45,9	7,3	214	2,3	3,0	0,255	251	62
30	M2BAX 225SMA 6	3GBA223210---F	988	92,9	93,3	92,7	0,79	59	7,8	290	2,9	3,3	0,592	286	63
37	M2BAX 250SMA 6	3GBA253210---F	986	93,3	93,6	93,1	0,79	72,4	8,1	353	3,3	3,0	0,83	360	64
45	M2BAX 280SMB 6	3GBA283220---M	991	93,7	94,0	93,5	0,84	81,9	7,4	433	2,7	3,0	1,87	562	72
55	M2BAX 280SMC 6	3GBA283230---M	993	94,1	94,3	93,8	0,86	98,2	7,5	530	2,8	3,0	2,57	615	71
75	M2BAX 315SMB 6	3GBA313220---M	994	94,6	94,9	94,6	0,84	136	6,8	720	1,8	2,6	4,1	791	75
90	M2BAX 315SMC 6	3GBA313230---M	994	94,9	95,1	94,7	0,84	164	7,2	864	2,0	3,0	4,6	859	76
110	M2BAX 315SMD 6	3GBA313240---M	994	95,1	95,3	95,0	0,83	200	7,3	1056	2,2	3,1	4,9	912	75
132	M2BAX 315MLB 6	3GBA313420---M	995	95,4	95,5	95,1	0,82	242	7,3	1266	2,3	3,2	6,3	1068	72
160	M2BAX 355SMA 6	3GBA353210---M	993	95,6	95,9	95,6	0,82	292	6,7	1538	2,5	2,6	7,9	1348	75
200	M2BAX 355SMB 6	3GBA353220---M	993	95,8	96,2	96,1	0,82	365	6,7	1923	2,6	2,5	9,7	1512	75
250	M2BAX 355SMC 6	3GBA353230---M	993	95,8	96,1	95,8	0,81	464	7,7	2404	3,0	3,1	11,3	1656	75

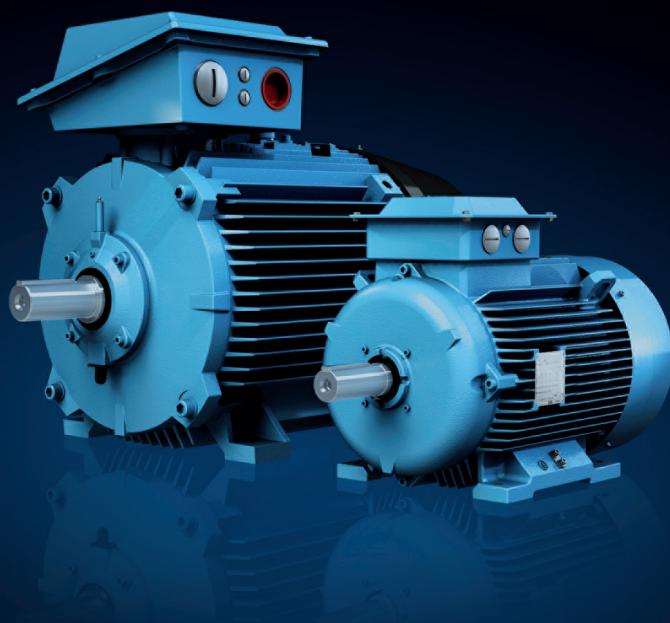
Dimensions



Foot-mounted, IM B3 and flange-mounted, IM B5 motors

Motor size	IM B3 (IM 1001), IM 1002					IM B5 (IM3001)									
	D	GA	F	E	L	A	B	B1	C	HD	K	M	N	P	S
71	14	16	5	30	285	112	90	-	45	175	7	130	110	160	10
80 MD 2	19	21,5	6	40	309	125	100	-	50	192	10	165	130	200	12
80 MC 4, MC 6	19	21,5	6	40	334	125	100	-	50	192	10	165	130	200	12
90 SB 2, SB 4, SLA 2, SLA4	24	27	8	50	335	140	100	-	56	217	10	165	130	200	12
90 LB 6	24	27	8	50	386	140	125	-	56	217	10	165	130	200	12
100 LB 4, LB6	28	31	8	60	376	160	140	-	63	240	12	215	180	250	14,5
100 LKA2, LKA4, LKA6	28	31	8	60	411	160	140	160	63	240	12	215	180	250	14,5
112 MB2	28	31	8	60	411	190	140	-	70	252	12	215	180	250	14,5
112 MLA4, MLA6	28	31	8	60	456	190	140	159	70	252	12	215	180	250	14,5
132 SMA2-6, SMB6, SME2-4	38	41	10	80	521	216	178	-	89	302	12	265	120	300	14,5
132 MLA4-6	38	41	10	80	586	216	178	203	89	302	12	265	120	300	14,5
160 MLA2, MLB2	42	45	12	110	586,5	254	210	254	108	413	14,5	300	250	350	18,5
160 MLA4, MLA6	42	45	12	110	626,5	254	210	254	108	413	14,5	300	250	350	18,5
160 MLC2, MLB4, MLB6	42	45	12	110	683,5	254	210	254	108	413	14,5	300	250	350	18,5
180 MLA2, MLA4	48	51,5	14	110	683,5	279	241	279	121	434	14,5	300	250	350	18,5
180 MLA6, MLB4	48	51,5	14	110	743,5	279	241	279	121	434	14,5	300	250	350	18,5
200 MLA6	55	59	16	110	728	318	267	305	133	473	18,5	350	300	400	18,5
200 MLA2, MLA4, MLB2, MLB6	55	59	16	110	828	318	267	305	133	473	18,5	350	300	400	18,5
225 SMA2	55	59	16	110	854	356	286	311	149	539	18,5	400	350	450	18,5
225 SMA4, SMA6, SMB4	55	59	16	110	812	356	286	311	149	539	18,5	400	350	450	18,5
250 SMA2	60	64	18	140	882	406	311	349	168	585	24	500	450	550	18,5
250 SMA4, SMA6	60	64	18	140	927	406	311	349	168	585	24	500	450	550	18,5
280 2 pole	65	69	18	140	1052	457	368	419	190	775	24	500	450	550	18,5
280 4-6 pole	75	79,5	20	140	1052	457	368	419	190	775	24	500	450	550	18,5
315 SM_ 2 pole	65	69	18	140	1216	508	406	457	216	409	28	600	550	660	24
315 SM_ 4-6 pole	80	85	22	170	1246	508	406	457	216	409	28	600	550	660	24
315 ML_ 2 pole	65	69	18	140	1326	508	457	508	216	409	28	600	550	660	24
315 ML_ 4-6 pole	90	95	25	170	1356	508	457	508	216	409	28	600	550	660	24
355 SM_ 2 pole	70	74,5	20	140	1399	610	500	560	254	462	35	740	680	800	24

Motor size	IM B14 (IM3601)			
	M	N	P	S
71	85	70	105	M6
80	100	80	120	M6
90	115	95	140	M8
100	130	110	160	M8
112	130	110	160	M8
132	165	130	200	M10



Catalog | February 2015

Low voltage General performance IE2 cast iron motors

With expertise, and a comprehensive portfolio of products and life-cycle services, we help value-minded industrial customers improve their energy efficiency and productivity.



Low voltage General performance IE2 cast iron motors

Sizes 71 to 355, 0.18 to 355 kW

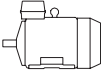
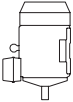
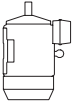
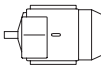
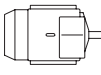
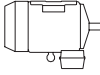
General information	4
Mounting arrangements	4
Cooling	5
Degrees of protection: IP code/IK code	6
Insulation	7
Voltage and frequency	8
 Cast iron IE2 motors	 10
Ordering information	10
Rating plates	11
Technical data	12
Variant codes	15
Mechanical design	17
Dimension drawings	22
Motors in brief	25
 Total product offering	 28
 Life cycle services and support	 29

General information

Mounting arrangements

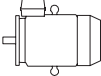
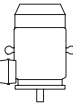
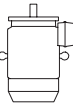
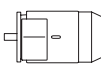
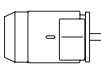
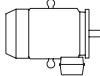
Foot-mounted motor

Code I / code II

						Product code pos. 12 A: foot-mounted, term.box top
IM B3	IM V5	IM V6	IM B6	IM B7	IM B8	
IM 1001	IM 1011	IM 1031	IM 1051	IM 1061	IM 1071	

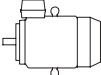
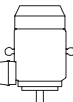
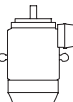
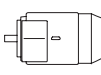
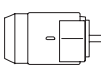
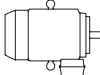
Flange-mounted motor, large flange

Code I / code II

						Product code pos. 12 B: flange mounted, large flange
IM B5	IM V1	IM V3	*)	*)	*)	
IM 3001	IM 3011	IM 3031	IM 3051	IM 3061	IM 3071	

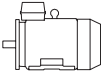
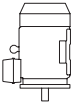
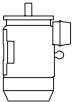
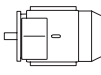
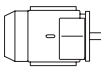
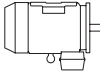
Flange-mounted motor, small flange

Code I / code II

						Product code pos. 12 047=B14 from B5
IM B14	IM V18	IM V19	*)	*)	*)	
IM 3601	IM 3611	IM 3631	IM 3651	IM 3661	IM 3671	


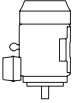
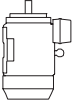
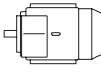
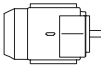
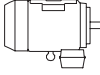
Foot- and flange-mounted motor with feet, large flange

Code I / code II

						Product code pos. 12 009=B35 from B3
IM B35	IM V15	IM V36	*)	*)	*)	
IM 2001	IM 2011	IM 2031	IM 2051	IM 2061	IM 2071	


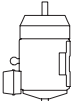
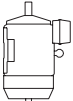
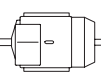
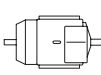
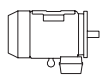
Foot- and flange-mounted motor with feet, small flange

Code I / code II

						Product code pos. 12 008=B34 from B3
IM B34	IM V17	IM 2131	IM 2151	IM 2161	IM 2171	
IM 2101	IM 2111	IM 2131	IM 2151	IM 2161	IM 2171	

Foot-mounted motor, shaft with free extensions

Code I / code II

						Product code pos. 12
IM 1002	IM 1012	IM 1032	IM 1052	IM 1062	IM 1072	

*) Not stated in IEC 60034-7.

Note: If the motor is mounted shaft upwards, take measures to prevent water or any other liquid from running down the shaft into the motor.

General information

Cooling

Designation system concerning methods of cooling refers to standard IEC 60034-6.

Explanation of the product code

International Cooling	Circuit arrangement	Primary coolant	Method of movement of primary coolant	Secondary coolant	Method of movement of secondary coolant
IC	4	(A)	1	(A)	6
	1	2	3	4	5

Position 1

0:	Free circulation (open circuit)
4:	Free circulation (open circuit)

Position 2

A:	For air (omitted for simplified designation)
----	--

Position 3

0:	Free convection
1:	Self-circulation
6:	Machine-mounted independent component

Position 4

A:	For air (omitted for simplified designation)
W:	For water

Position 5

0:	Free convection
1:	Self-circulation
6:	Machine-mounted independent component
8:	Relative displacement

General information

Degrees of protection: IP code/IK code

Classification of degrees of protection provided by enclosures of rotating machines are refers to:

- Standard IEC 60034-5 or EN 60529 for IP code
- Standard EN 50102 for IK code

IP protection

Protection of persons against getting in contact with (or approaching) live parts and against contact with moving parts inside the enclosure. Also protection of the machine against ingress of solid foreign objects. Protection of machines against the harmful effects due to the ingress of water.

Explanation of the IP code

Ingress protection	Degree of protection to persons and to parts of the motors inside the enclosure	Degree of protection provided by the enclosure with respect to harmful effects due to ingress of water
IP	5	5
	1	2

Position 1

2:	Motors protected against solid objects greater than 12 mm
4:	Motors protected against solid objects greater than 1 mm
5:	Dust-protected motors
6:	Dust-tight motors

Position 2

3:	Motors protected against spraying water
4:	Motors protected against splashing water
5:	Motors protected against water jets
6:	Motors protected against heavy seas

IK code

Classification of degrees of protection provided by enclosure for motors against external mechanical impacts.

Explanation of the IK code

International mechanical protection	Characteristic group
IK	08
	1

Position 1

Relation between IK code and impact energy:

IK code	Impact energy/Joule
0:	Not protected according to EN 50102
01:	0.15
02:	0.2
03:	0.35
04:	0.5
05:	0.7
06:	1
07:	2
08:	5 (ABB Standard)
09:	10
10:	20

General information

Insulation

ABB uses class F insulation, which, with temperature rise B, is the most common requirement among industry today.

The use of class F insulation with class B temperature rise gives ABB products a 25 °C safety margin. This can be used to increase the loading for limited periods, to operate at higher ambient temperatures or altitudes, or with greater voltage and frequency tolerances. It can also be used to extend insulation life. For instance, a 10 K temperature reduction will extend the insulation life.

Thermal class 130 (B)

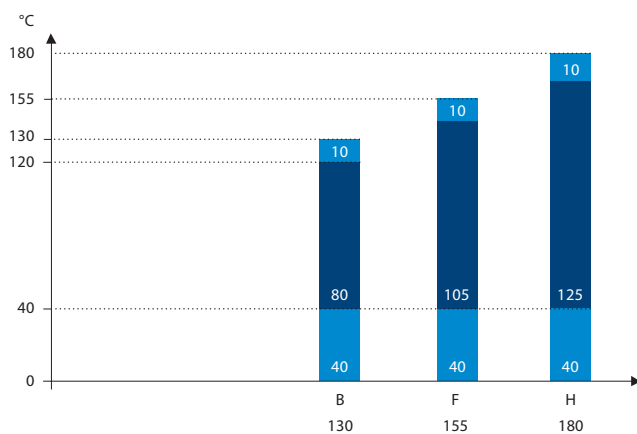
- Nominal ambient temperature 40 °C
- Max permissible temperature rise 80 K
- Hot spot temperature margin 10 K

Thermal class 155 (F)

- Nominal ambient temperature 40 °C
- Max permissible temperature rise 105 K
- Hot spot temperature margin 10 K

Thermal class 180 (H)

- Nominal ambient temperature 40 °C
- Max permissible temperature rise 125 K
- Hot spot temperature margin 10 K



Safety margins per thermal class

General information

Voltage and frequency

The impact on temperature rise caused by voltage and frequency fluctuation is defined in IEC 60034-1. The standard divides the combinations into two zones, A and B. Zone A is the combination of voltage deviation of +/-5 % and frequency deviation of +/-2 %. Zone B is the combination of voltage deviation of +/-10 % and frequency deviation of +3/-5 %. This is illustrated in figure below.

Motors are capable of supplying the rated torque in both zones A and B, but the temperature rise will be higher than at rated voltage and frequency. Motors can be run in zone B only for a short period of time.

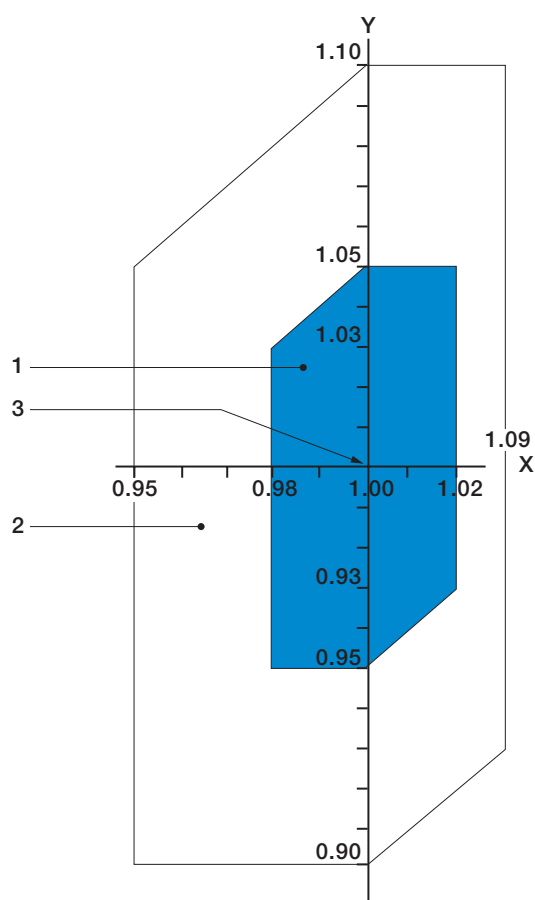


Figure Voltage and frequency deviation in zones A and B.

Key	
X axis	frequency p.u.
Y axis	voltage p.u.
1	zone A
2	zone B (outsice zone A
3	rating point

General performance IE2 cast iron motors

Sizes 71 to 355, 0.18 to 355 kW

Ordering information	10
Rating plates	11
Technical data IE2	12
3000 r/min motors.....	12
1500 r/min motors.....	13
1000 r/min motors.....	14
Variant codes	15
Mechanical design	17
Bearings.....	17
Terminal box	21
Dimension drawings	22
Motors in brief	25

Ordering information

Explanation of the product code

Motor type	Motor size	Product code	Mounting arrangement code, Voltage and frequency code, Generation code	Variant codes
M2BAX	112MA	3GBA 112 310	- ADC	002, etc.
		1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14		

When placing an order, specify motor type, size and product code according to the following example.

Example	
Motor type	M2BAX 112 MA
Pole number	4
Mounting arrangement (IM-code)	IM B3 (IM 1001)
Rated output	4 kW
Product code	3GBA 112 310-ADC
Variant codes if needed	

Positions 1 to 4

3GBA:	Totally enclosed fan cooled squirrel cage motor with cast iron frame
-------	--

Positions 5 and 6

IEC size	
07:	71
08:	80
09:	90
10:	100
11:	112
13:	132
16:	160
18:	180
20:	200
22:	225
25:	250
28:	280
31:	315
35:	355

Position 7

Speed (Pole pairs)	
1:	2 poles
2:	4 poles
3:	6 poles

Positions 8 to 10

Running number

Position 11

-(dash)

Position 12 (marked with black dot in data tables)

Mounting arrangement	
A:	Foot-mounted, top-mounted terminal box
B:	Flange-mounted, large flange

Position 13 (marked with black dot in data tables)

Voltage and frequency	
Single-speed motors	
D:	400 VΔ, 690 VY, 380 VΔ, 660 VY, 50 Hz 440 VΔ, 460 VΔ, 60 Hz
S:	230 VΔ, 400 VY, 220 VΔ, 380 VY, 50 Hz 440 VY, 460 VΔ 60 Hz*

Position 14



A, B, C...=	Generation code followed by variant codes
-------------	---

Efficiency values are given according to IEC 60034-2-1; 2014



For detailed dimension drawings please see our web-pages 'www.abb.com/motors&generators' or contact ABB.

Rating plates

The motor's main rating plate shows the motor's performance values with various connections at nominal speed. The rating plate also shows the efficiency level (IE2, IE3), year of manufacture, and the lowest nominal efficiency at 100, 75, and 50 % nominal load.

						
 IE2 IEC 60034-1						
3 ~ Motor M2BAX 90LA 4 IMB3/IM1001 2015						
No. Ins.cl. F IP 55						
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
230 Δ	50	1.5	1441	6.11	0.74	S1
400 Y	50	1.5	1441	3.53	0.74	S1
220 Δ	50	1.5	1435	6.10	0.78	S1
380 Y	50	1.5	1435	3.53	0.78	S1
460 Y	60	1.5	1741	3.22	0.70	S1
440 Y	60	1.5	1735	3.17	0.74	S1
50Hz: IE2 - 82.8(100%) - 81.9(75%) - 80.0(50%)						
60Hz: IE2 - 84.0(100%) - 83.3(75%) - 80.2(50%)						
Prod. code 3GBA092510-ASC						
6205-2Z/C3 6204-2Z/C3 23 kg						

Rating plate for IE2 General performance cast iron M2BAX motor, size 90

						
 IE2 IEC 60034-1						
3 ~ Motor M2BAX 160MLA 4 IMB3/IM1001 2015						
No. Ins.cl. F IP 55						
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
690 Y	50	11	1466	13.0	0.79	S1
400 Δ	50	11	1466	22.4	0.79	S1
660 Y	50	11	1461	13.2	0.82	S1
380 Δ	50	11	1461	22.7	0.82	S1
460 Δ	60	11	1773	18.7	0.81	S1
440 Δ	60	11	1770	19.1	0.83	S1
50Hz: IE2 - 89.8(100%) - 89.9(75%) - 89.2(50%)						
60Hz: IE2 - 91.0(100%) - 90.7(75%) - 89.4(50%)						
Prod. code 3GBA162410-ADC						
6209-2Z/C3 6209-2Z/C3 110 kg						

Rating plate for IE2 General performance cast iron M2BAX motor, size 160

Technical data

IE2 cast iron motors, 3000 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cosφ	Current Torque					Moment of inertia J = 1/4 GD²kgm²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I _s /I _N	T _N Nm	T _f /T _N	T _b /T _N			
3000 r/min = 2 poles				400 V 50 Hz				CENELEC-design							
0.37	M2BAX 71 MA 2	3GBA071310-●●C	2807	73.5	71.4	67.3	0.80	0.91	5.1	1.26	2.8	3.4	0.000330	9	56
0.55	M2BAX 71 MB 2	3GBA071320-●●C	2820	75.5	73.9	70.2	0.79	1.33	5.5	1.86	3.6	3.2	0.000410	10	58
0.75	M2BAX 80 MA 2	3GBA081310-●●C	2830	77.4	76.7	74.4	0.83	1.69	5.7	2.5	3.1	4.3	0.000670	13	63
1.1	M2BAX 80 MB 2	3GBA081320-●●C	2849	79.6	79.7	77.7	0.84	2.4	5.8	3.7	3.2	4.1	0.000880	14	62
1.5	M2BAX 90 SA 2	3GBA091110-●●C	2890	81.3	80.0	76.9	0.80	3.3	7.1	4.9	3.1	3.9	0.00208	20	66
2.2	M2BAX 90 LA 2	3GBA091510-●●C	2897	83.2	82.9	81.2	0.85	4.5	7.7	7.3	3.1	3.8	0.00274	23	67
3	M2BAX 100 LA 2	3GBA101510-●●C	2919	84.6	83.7	81.2	0.85	6.0	8.7	9.8	4.2	5.0	0.00475	32	74
4	M2BAX 112 MA 2	3GBA111310-●●C	2916	85.8	85.3	83.1	0.87	7.7	9.1	13.1	4.1	4.7	0.00561	36	74
5.5	M2BAX 132 SA 2	3GBA131110-●●C	2921	87.0	85.9	83.6	0.86	10.6	8.3	18.0	2.6	4.3	0.0117	54	74
7.5	M2BAX 132 SB 2	3GBA131120-●●C	2916	88.1	87.5	85.8	0.85	14.5	8.7	24.6	3.1	4.5	0.0132	58	74
11	M2BAX 160 MLA 2	3GBA161410-●●C	2931	89.4	89.4	88.4	0.86	20.7	6.6	35.9	2.5	3.5	0.0413	102	72
15	M2BAX 160 MLB 2	3GBA161420-●●C	2938	90.3	90.6	89.8	0.89	26.9	7.6	48.9	3.0	3.5	0.0538	115	72
18.5	M2BAX 160 MLC 2	3GBA161430-●●C	2939	90.9	91.0	90.3	0.88	33.4	7.9	60.1	3.1	3.8	0.0600	123	73
22	M2BAX 180 MLA 2	3GBA181410-●●C	2943	91.3	91.4	90.7	0.88	39.5	8.4	71.4	3.8	3.9	0.0735	150	72
30	M2BAX 200 MLA 2	3GBA201410-●●C	2957	92.0	91.5	90.1	0.85	55.4	8.6	97.1	4.0	4.2	0.110	198	81
37	M2BAX 200 MLB 2	3GBA201420-●●C	2951	92.5	92.5	92.1	0.90	64.2	8.4	120	3.6	3.7	0.141	229	80
45	M2BAX 225 SMA 2	3GBA221210-●●C	2962	92.9	92.8	92.1	0.87	80.4	8.8	145	3.8	3.8	0.226	273	82
55	M2BAX 250 SMA 2	3GBA251210-●●C	2965	93.2	93.2	92.6	0.88	96.8	7.4	177	3.4	3.0	0.344	334	78
75	M2BAX 280 SA 2	3GBA281110-●●C	2977	94.0	93.7	92.3	0.88	130	7.6	240	2.1	3.0	0.800	546	78
90	M2BAX 280 SMB 2	3GBA281220-●●C	2976	94.3	94.2	93.1	0.90	153	7.4	288	2.1	2.9	0.900	570	78
110	M2BAX 315 SMA 2	3GBA311210-●●C	2982	94.6	94.1	92.7	0.86	195	7.6	352	2.0	3.0	1.20	750	78
132	M2BAX 315 SMB 2	3GBA311220-●●C	2982	94.9	94.6	93.4	0.88	228	7.4	422	2.2	3.0	1.40	810	78
160	M2BAX 315 SMC 2	3GBA311230-●●C	2981	95.2	95.0	94.1	0.89	272	7.5	512	2.3	3.0	1.70	900	78
200	M2BAX 315 MLA 2	3GBA311410-●●C	2980	95.3	95.2	94.4	0.90	336	7.7	640	2.6	3.0	2.10	1020	83
250	M2BAX 355 SMA 2	3GBA351210-●●C	2983	95.4	95.2	94.3	0.89	424	6.8	800	1.5	2.8	2.70	1310	83
315	M2BAX 355 SMB 2	3GBA351220-●●C	2980	95.4	95.4	94.7	0.89	535	7.2	1009	1.9	2.8	3.40	1450	83
355 ¹⁾	M2BAX 355 SMC 2	3GBA351230-●●C	2983	95.5	95.5	94.9	0.88	609	7.4	1136	2.1	2.7	3.60	1520	83

¹⁾ Temperature rise class F

Technical data

IE2 cast iron motors, 1500 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cosφ	Current		Torque			Moment of inertia J = 1/4 GD²kgm²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I _s /I _N	T _N Nm	T _f /T _N	T _b /T _N			
1500 r/min = 4 poles				400 V 50 Hz				CENELEC-design							
0.25	M2BAX 71 MA 4	3GBA072310-●●C	1415	67.0	63.1	56.6	0.73	0.74	4.4	1.68	2.1	2.8	0.000587	9	49
0.37	M2BAX 71 MB 4	3GBA072320-●●C	1407	69.5	67.2	62.2	0.77	1.00	4.4	2.5	1.9	2.7	0.000760	10	46
0.55	M2BAX 80 MA 4	3GBA082310-●●C	1413	73.5	72.0	67.8	0.76	1.42	5.1	3.7	2.0	2.9	0.00156	13	54
0.75	M2BAX 80 MB 4	3GBA082320-●●C	1462	79.6	77.1	73.2	0.71	1.92	6.7	5.0	3.1	3.9	0.00247	17	53
1.1	M2BAX 90 SA 4	3GBA092110-●●C	1447	81.4	79.5	75.7	0.73	2.7	6.6	7.4	3.2	4.3	0.00372	21	51
1.5	M2BAX 90 LA 4	3GBA092510-●●C	1441	82.8	81.6	78.4	0.74	3.5	6.9	10.0	3.1	4.2	0.00462	23	55
2.2	M2BAX 100 LA 4	3GBA102510-●●C	1445	84.3	83.4	81.2	0.78	4.8	7.1	14.5	2.6	3.8	0.00759	31	55
3	M2BAX 100 LB 4	3GBA102520-●●C	1443	85.5	85.0	82.9	0.79	6.4	7.7	19.8	2.8	4.2	0.00939	35	58
4	M2BAX 112 MA 4	3GBA112310-●●C	1442	86.6	86.2	84.6	0.79	8.4	7.5	26.5	4.0	4.3	0.0120	41	56
5.5	M2BAX 132 SA 4	3GBA132110-●●C	1457	87.7	87.5	86.2	0.78	11.6	6.9	36.0	2.5	3.4	0.0257	57	66
7.5	M2BAX 132 MA 4	3GBA132310-●●C	1457	88.7	88.6	87.5	0.78	15.6	7.2	49.1	2.6	3.6	0.0320	68	66
11	M2BAX 160 MLA 4	3GBA162410-●●C	1466	89.8	89.9	89.2	0.79	22.4	7.0	71.5	3.2	3.2	0.0784	110	67
15	M2BAX 160 MLB 4	3GBA162420-●●C	1468	90.6	91.1	90.5	0.82	29.1	8.0	97.7	3.2	3.7	0.100	125	66
18.5	M2BAX 180 MLA 4	3GBA182410-●●C	1470	91.2	91.5	90.6	0.80	36.6	8.5	120	3.7	4.2	0.120	155	65
22	M2BAX 180 MLB 4	3GBA182420-●●C	1472	91.6	91.3	90.2	0.78	44.4	9.2	143	4.1	4.6	0.139	168	66
30	M2BAX 200 MLA 4	3GBA202410-●●C	1476	92.3	92.4	92.0	0.81	57.9	6.8	194	3.0	3.2	0.236	222	68
37	M2BAX 225 SMA 4	3GBA222210-●●C	1479	92.7	92.7	92.2	0.82	70.3	7.4	239	3.1	3.3	0.350	263	69
45	M2BAX 225 SMB 4	3GBA222220-●●C	1481	93.1	93.0	92.3	0.81	86.1	7.9	290	3.5	3.5	0.416	290	69
55	M2BAX 250 SMA 4	3GBA252210-●●C	1480	93.5	93.4	92.7	0.83	102	7.6	355	3.3	3.3	0.533	339	77
75	M2BAX 280 SA 4	3GBA282110-●●C	1484	94.2	94.2	93.5	0.85	135	6.9	482	2.5	2.8	1.25	515	71
90	M2BAX 280 SMB 4	3GBA282220-●●C	1483	94.4	94.6	94.1	0.86	160	7.2	579	2.5	2.7	1.50	575	71
110	M2BAX 315 SMA 4	3GBA312210-●●C	1487	94.7	94.6	93.8	0.86	194	7.2	706	2.0	2.5	2.30	775	78
132	M2BAX 315 SMB 4	3GBA312220-●●C	1487	95.0	95.0	94.3	0.86	233	7.1	847	2.3	2.7	2.60	830	78
160	M2BAX 315 SMC 4	3GBA312230-●●C	1487	95.2	95.3	94.6	0.85	285	7.2	1027	2.4	2.9	2.90	870	78
200	M2BAX 315 MLA 4	3GBA312410-●●C	1486	95.3	95.4	94.9	0.86	352	7.0	1285	2.3	2.8	3.50	995	78
250	M2BAX 355 SMA 4	3GBA352210-●●C	1488	95.2	95.2	94.4	0.85	445	6.7	1604	2.0	2.6	5.40	1400	82
315 ¹⁾	M2BAX 355 SMB 4	3GBA352220-●●C	1488	95.5	95.5	94.8	0.85	560	7.3	2021	2.2	2.7	6.90	1570	82
355 ¹⁾	M2BAX 355 SMC 4	3GBA352230-●●C	1487	95.5	95.7	95.2	0.86	623	6.8	2279	2.4	2.7	7.20	1650	82

¹⁾ Temperature rise class F

Technical data

IE2 cast iron motors, 1000 r/min

IP 55 - IC 411 - Insulation class F, temperature rise class B
IE2 efficiency class according to IEC 60034-30-1; 2014

Output kW	Motor type	Product code	Speed r/min	Efficiency IEC 60034-30-1; 2014			Power factor Cosφ	Current Torque					Moment of inertia J = 1/4 GD ² kgm ²	Weight kg	Sound pressure Level L _{PA} dB
				Full load 100%	3/4 load 75%	1/2 load 50%		I _N A	I _s /I _N	T _N Nm	T _f /T _N	T _b /T _N			
1000 r/min = 6 poles				400 V 50 Hz				CENELEC-design							
0.18	M2BAX 71 MA 6	3GBA073310-••C	910	59.0	54.7	47.5	0.72	0.61	3.3	1.87	2.0	2.4	0.000823	9	40
0.25	M2BAX 71 MB 6	3GBA073320-••C	913	63.0	59.9	53.8	0.71	0.81	3.6	2.6	2.4	2.8		10	47
0.37	M2BAX 80 MA 6	3GBA083310-••C	919	68.0	65.9	60.7	0.74	1.06	4.2	3.8	2.5	2.7	0.00173	13	49
0.55	M2BAX 80 MB 6	3GBA083320-••C	921	71.0	69.6	64.9	0.73	1.53	4.4	5.7	2.9	3.0	0.00234	14	47
0.75	M2BAX 90 SA 6	3GBA093110-••C	949	75.9	73.0	67.7	0.62	2.3	5.1	7.6	3.3	3.7	0.00438	21	50
1.1	M2BAX 90 LA 6	3GBA093510-••C	936	78.1	76.2	72.8	0.67	3.0	4.6	11.1	3.0	3.3	0.00507	24	48
1.5	M2BAX 100 LA 6	3GBA103510-••C	953	79.8	78.4	75.1	0.67	4.1	5.2	15.0	2.6	3.1	0.00795	31	56
2.2	M2BAX 112 MA 6	3GBA113310-••C	956	81.8	80.4	77.4	0.68	5.7	5.5	21.9	2.9	3.5	0.0116	40	54
3	M2BAX 132 SA 6	3GBA133110-••C	967	83.3	82.5	80.2	0.65	8.0	5.5	29.5	2.0	3.0	0.0251	55	60
4	M2BAX 132 MA 6	3GBA133310-••C	965	84.6	84.2	82.4	0.70	9.8	5.7	40.0	2.6	3.3	0.0294	63	62
5.5	M2BAX 132 MB 6	3GBA133320-••C	964	86.0	85.9	84.7	0.68	13.6	5.8	54.2	2.2	2.9	0.0397	77	62
7.5	M2BAX 160 MLA 6	3GBA163410-••C	974	87.2	87.5	87.0	0.76	16.3	6.6	73.7	1.9	3.2	0.0811	113	65
11	M2BAX 160 MLB 6	3GBA163420-••C	971	88.7	89.4	89.8	0.79	22.7	6.6	108	1.6	2.8	0.102	133	57
15	M2BAX 180 MLA 6	3GBA183410-••C	971	89.7	90.0	89.6	0.77	31.3	7.4	147	2.4	3.9	0.136	168	62
18.5	M2BAX 200 MLA 6	3GBA203410-••C	978	90.4	90.7	90.0	0.77	38.4	6.1	181	2.0	2.9	0.204	205	61
22	M2BAX 200 MLB 6	3GBA203420-••C	978	90.9	91.1	90.5	0.78	44.8	6.2	215	1.8	2.9	0.227	219	62
30	M2BAX 225 SMA 6	3GBA223210-••C	987	91.7	91.5	90.5	0.79	59.8	7.0	290	2.7	3.2	0.579	282	64
37	M2BAX 250 SMA 6	3GBA253210-••C	986	92.2	92.5	91.9	0.81	71.5	6.9	359	2.6	2.9	0.783	336	66
45	M2BAX 280 SA 6	3GBA283110-••C	990	92.8	93.0	92.1	0.84	83.3	7.0	434	2.5	2.5	1.85	500	71
55	M2BAX 280 SB 6	3GBA283120-••C	990	93.3	93.5	92.9	0.84	101	7.0	530	2.7	2.6	2.20	540	71
75	M2BAX 315 SMA 6	3GBA313210-••C	992	94.0	94.0	93.0	0.81	142	7.0	721	2.1	2.7	3.20	705	75
90	M2BAX 315 SMB 6	3GBA313220-••C	992	94.3	94.4	93.6	0.83	165	7.2	866	2.1	2.7	4.10	800	75
110	M2BAX 315 SMC 6	3GBA313230-••C	992	94.7	94.8	94.2	0.83	201	7.0	1058	2.2	2.7	4.90	870	75
132	M2BAX 315 MLA 6	3GBA313410-••C	992	94.9	95.0	94.4	0.83	241	7.2	1270	2.4	2.7	5.80	980	75
160	M2BAX 355 SMA 6	3GBA353210-••C	992	94.9	95.0	94.4	0.83	293	6.2	1540	2.1	2.3	7.30	1290	77
200	M2BAX 355 SMB 6	3GBA353220-••C	992	95.2	95.4	94.9	0.84	360	6.5	1925	2.1	2.3	9.70	1440	77
250 ¹⁾	M2BAX 355 SMC 6	3GBA353230-••C	991	95.3	95.5	95.2	0.84	450	6.7	2409	2.3	2.3	11.3	1590	77

¹⁾ Temperature rise class F

Variant codes

IE2 Cast iron motors

Variant codes specify additional options and features to the standard motor. The desired features are listed as three-digit variant codes in the motor order. Note also that there are variants that cannot be used together.

		Frame size													
Code/Variants, M2BAX		71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355
Bearings and Lubrication															
037	Roller bearing at D-end.	-	-	-	-	-	-	•	•	•	•	•	•	•	•
040	Heat-resistant grease	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
041	Bearings regreasable via grease nipples.	-	-	-	-	-	-	•	•	•	•	•	•	•	•
043	SPM compatible nipples for vibration measurement	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
188	63-series bearing in D-end	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Branch standard designs															
178	Stainless steel / acid proof bolts.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
209	Non-standard voltage or frequency, (special winding).	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Cooling system															
068	Light alloy metal fan	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
075	Cooling method IC418 (without fan).	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
183	Separate motor cooling (fan axial, N-end).	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Documentation															
141	Binding dimension drawing.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Earthing Bolt															
067	External earthing bolt.	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
Heating elements															
450	Heating element, 100-120 V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
451	Heating element, 200 - 240 V	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Insulation system															
014	Winding insulation class H.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Mounting arrangements															
008	IM 2101 foot/flange mounted, IEC flange, from IM 1001 (B34 from B3).	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	-	-
009	IM 2001 foot/flange mounted, IEC flange, from IM 1001 (B35 from B3).	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
047	IM 3601 flange mounted, IEC flange, from IM 3001 (B14 from B5).	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	-	-
066	Modified for specified mounting position differing from IM B3 (1001), IM B5 (3001), B14 (3601), IM B35 (2001) & IM B34 (2101)	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
320	IM2001 foot/flat bottom flange mounted, from IM1001 (B35 flat bottom flange from B3)	•	•	•	•	•	•	-	-	-	-	-	-	-	-
Painting															
114	Special paint color, standard grade	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Protection															
005	Protective roof, vertical motor, shaft down.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
072	Radial seal at D-end. Not possible for 2-pole , 280 and 315 frames	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
158	Degree of protection IP65.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
403	Degree of protection IP56.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
784	Gamma-seal at D-end.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Rating & instruction plates															
002	Restamping voltage, frequency and output, continuous duty.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
095	Restamping output (maintained voltage, frequency), intermittent duty.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
098	Stainless rating plate.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
135	Mounting of additional identification plate, stainless.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
159	Additional plate with text "Made in ..."	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
163	Frequency converter rating plate. Rating data according to quotation.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Shaft & rotor															
069	Two shaft extensions according to catalog drawings.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
070	Special shaft extension at D-End, standard shaft material	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Stator winding temperature sensors															
121	Bimetal detectors, break type (NCC), (3 in series), 130 °C, in stator winding	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
122	Bimetal detectors, break type (NCC), (3 in series), 150 °C, in stator winding	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
435	PTC - thermistors (3 in series), 130 °C, in stator winding	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
436	PTC - thermistors (3 in series), 150 °C, in stator winding	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○	○
439	PTC - thermistors (2x3 in series), 150 °C, in stator winding	-	-	-	-	-	-	•	•	•	•	•	-	-	-

○ = Included as standard | • = Available as option | - = Not applicable

Code/Variants, M2BAX	Frame size													
	71	80	90	100	112	132	160	180	200	225	250	280	315	355
441 PTC - thermistors (3 in series, 130 °C & 3 in series, 150 °C), in stator winding	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
445 Pt100 2-wire in stator winding, 1 per phase	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Terminal box														
020 Detached terminal box.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
021 Terminal box LHS (seen from D-end).	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
022 Cable entry LHS (seen from D-end).	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
180 Terminal box RHS (seen from D-end).	-	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
230 Standard metal cable glands.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
375 Standard plastic cable gland	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
376 Two standard plastic cable glands	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
400 4 x 90 degr turnable terminal box.	•	•	•	•	•	•	○	○	○	○	○	○	○	○
413 Extended cable connection, no terminal box.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
418 Separate terminal box for auxiliaries, standard material.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
447 Top mounted separate terminal box for monitoring equipment.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	•	•
468 Cable entry from D-end.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
469 Cable entry from N-end.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
731 Two standard metal cable glands.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
Testing														
145 Type test report from a catalogue motor, 400V 50Hz.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
146 Type test with report for one motor from specific delivery batch.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	-	-	-
148 Routine test report.	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•
Variable speed drives														
701 Insulated bearing at N-end.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	•	•
704 EMC cable entry.	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	•	•	•

○ = Included as standard | • = Available as option | - = Not applicable

Mechanical design

Bearings

General performance motors are normally fitted with single-row deep-groove ball bearings, as shown in the table below.

If the bearing at the D-end is replaced with a roller bearing (NU- or NJ-), higher radial forces can be handled. Roller bearings are suitable for belt-drive applications and can be ordered with variant code 037.

Standard and alternative designs

Motor size	Poles	Standard design	
		Deep groove ball bearings	
		D-end	N-end
71	2-6	6203-2Z/C3	6202-2Z/C3
80	2-6	6204-2Z/C3	6203-2Z/C3
90	2-6	6205-2Z/C3	6204-2Z/C3
100	2-6	6206-2Z/C3	6205-2Z/C3
112	2-6	6206-2Z/C3	6205-2Z/C3
132	2 - 6	6208-2Z/C3	6208-2Z/C3
160	2 - 6	6209-2Z/C3	6209-2Z/C3
180	2 - 6	6210-2Z/C3	6209-2Z/C3
200	2 - 6	6212-2Z/C3	6209-2Z/C3
225	2 - 6	6213-2Z/C3	6210-2Z/C3
250	2 - 6	6215-2Z/C3	6212-2Z/C3
280	2 - 6	6217/C3	6217/C3
315	2	6217/C3	6217/C3
315	4 - 6	6219/C3	6217/C3
355	2	6219/C3	6219/C3
355	4 - 6	6222/C3	6219/C3

Axially-locked bearings

All motors are equipped as standard with an axially locked bearing at the D-end.

Mechanical design

Radial forces

Pulley diameter

When the desired bearing life has been determined, the minimum permissible pulley diameter can be calculated with F_R as follows:

$$D = \frac{1.9 \cdot 10^7 \cdot K \cdot P}{n \cdot F_R}$$

Where:

D:	pulley diameter, mm
P:	power requirement, kW
n:	motor speed, r/min.
K:	belt tension factor, dependent on belt type and type of duty. A common value for V-belts is 2.5
F_R :	permissible radial force

Permissible loading on the shaft

The following table shows permissible radial forces on the shaft in Newtons, assuming zero axial force, a 25 °C ambient temperature, and normal conditions. The values are given for a calculated bearing life of 20 000 and 40 000 hours per motor size.

These calculated values further assume mounting position IM B3 (foot-mounted), with force directed sideways. In some cases, the strength of the shaft affects permissible forces.

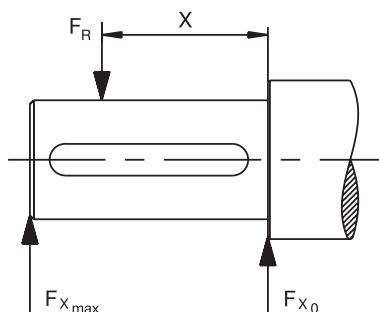
Permissible loads of simultaneous radial and axial forces can be supplied on request.

If the radial force is applied between points X_0 and X_{\max} , the permissible force F_R can be calculated with the following formula:

$$F_R = F_{X_0} - \frac{X}{E} (F_{X_0} - F_{X_{\max}})$$

Where:

E:	length of the shaft extension in the standard version
----	---



Permissible radial forces, M2BAX motor sizes 71-355, IE2

Motor size	Poles	Lenght of shaft extension E (mm)	Basic design with deep groove ball bearings			
			20,000 h		40,000 h	
			$F_{x0}(N)$	$F_{x_{max}}(N)$	$F_{x0}(N)$	$F_{x_{max}}(N)$
71	2	30	545	465	430	370
	4	30	685	585	545	465
	6	30	785	660	620	530
80	2	40	740	620	585	490
	4	40	925	775	730	615
	6	40	1065	890	840	705
90S	2	50	795	645	625	510
	4	50	1000	815	790	645
	6	50	1145	935	905	740
90L	2	50	795	660	630	520
	4	50	1005	830	790	655
	6	50	1150	950	910	750
100	2	60	1110	895	875	705
	4	60	1395	1120	1100	885
	6	60	1605	1290	1265	1020
112	2	60	1120	925	885	730
	4	60	1405	1160	1105	915
	6	60	1615	1335	1275	1050
132S	2	80	1630	1270	1285	1000
	4	80	2055	1600	1620	1260
	6	80	2360	1840	1860	1450
132M	4	80	2075	1665	1630	1310
	6	80	2375	1905	1865	1495
160	2	110	1945	1510	1545	1195
	4	110	2455	1905	1945	1510
	6	110	2835	2250	2245	1780
180	2	110	2095	1705	1660	1350
	4	110	2640	2145	2090	1700
	6	110	3025	2460	2395	1950
200	2	110	2815	2310	2230	1830
	4	110	3550	2910	2810	2305
	6	110	4065	3335	3220	2640
225	2	110	3335	2795	2640	2215
	4	140	4200	3370	3325	2670
	6	140	4810	3860	2805	3055
250	2	140	3965	3220	3140	2550
	4	140	4995	4060	3955	3215
	6	140	5715	4645	4525	3675
280S	2	140	4855	3960	3840	3135
	4	140	6120	4995	4840	3955
	6	140	7000	5715	5540	4525
280SM	2	140	4900	4075	3875	3225
	4	140	6180	5140	4885	4065
315SM	2	140	4900	4180	3855	3285
	4	170	8120	6715	6415	5300
	6	170	9270	7660	7305	6040
315ML	2	140	4925	4275	3860	3350
	4	170	8185	6910	6450	5445
	6	170	9335	7885	7340	6200
355	2	140	6365	5585	4980	4370
	4	210	10530	8700	8260	6825
	6	210	12050	9955	9445	7805

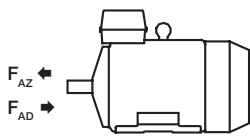
Mechanical design

Axial forces

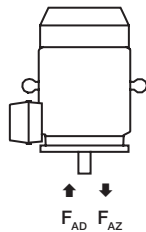
The following tables present permissible axial forces on the shaft in Newtons, assuming zero radial force, a 25 °C ambient temperature, and normal conditions. The values are given for a calculated bearing life of 20,000 and 40,000 hours per motor size.

At 60 Hz, the values must be reduced by 10 percent, and for two-speed motors, the higher speed determines permissible axial force. Permissible loads of simultaneous radial and axial forces can be supplied on request.

For axial force F_{AD} , it is assumed that the D-bearing is locked with a locking ring.



Mounting arrangement IM B3



Mounting arrangement IM V1

Motor size	Poles	Length of shaft extension E (mm)	Mounting arrangement IM B3			
			Deep groove ball bearings			
			20,000 h		40,000 h	
			$F_{AD}(N)$	$F_{AZ}(N)$	$F_{AD}(N)$	$F_{AZ}(N)$
225	2	110	2440	2210	1845	1615
	4	140	3195	2965	2395	2170
	6	140	3745	3520	2810	2580
250	2	140	2860	2620	2155	1920
	4	140	3765	3525	2825	2585
	6	140	4420	4180	3310	3070
280	2	140	4360	2360	3490	1490
	4	140	5475	3475	4310	2310
	6	140	6320	4320	4945	2945
315	2	140	4180	2180	3325	1325
	4	170	6750	4750	5220	3220
	6	170	7700	5700	5900	3900
355	2	140	5020	3305	3890	2180
	4	210	8030	6320	6090	4375
	6	210	9315	7605	7015	5300

Permissible axial forces, M2BAX motor sizes 71-355, IE2

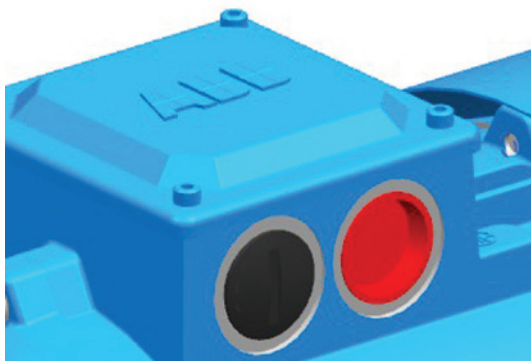
Motor size	Poles	Length of shaft extension E (mm)	Mounting arrangement IM B3			
			Deep groove ball bearings			
			20,000 h		40,000 h	
			$F_{AD}(N)$	$F_{AZ}(N)$	$F_{AD}(N)$	$F_{AZ}(N)$
71	2	30	580	300	465	185
	4	30	725	445	580	300
	6	30	810	530	670	390
80	2	40	750	430	595	275
	4	40	940	620	750	430
	6	40	1055	735	870	550
90	2	50	845	445	675	275
	4	50	1050	650	840	440
	6	50	1175	775	935	535
100	2	60	1175	615	940	380
	4	60	1465	905	1175	615
	6	60	1640	1080	1305	745
112	2	60	1175	615	935	375
	4	60	1460	900	1170	610
	6	60	1635	1075	1300	740
132	2	80	1675	795	1415	535
	4	80	2110	1230	1665	785
	6	80	2450	1570	1950	1070
160	2	110	1665	1205	1300	840
	4	110	2135	1675	1650	1190
	6	110	2465	2005	1895	1435
180	2	110	1730	1275	1345	890
	4	110	2215	1755	1705	1245
	6	110	2590	2130	1990	1530
200	2	110	2240	1780	1725	1265
	4	110	2900	2445	2215	1755
	6	110	3400	2945	2595	2135

Terminal box

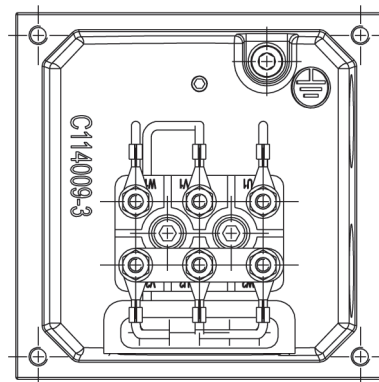
Standard terminal box, M2BAX motor sizes 71-355, IE2

Terminal boxes

The pictures below show standard terminal boxes.



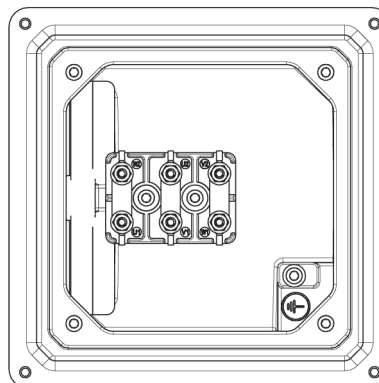
Terminal box for motor sizes 71 to 132



Terminal board for motor sizes 71 to 132



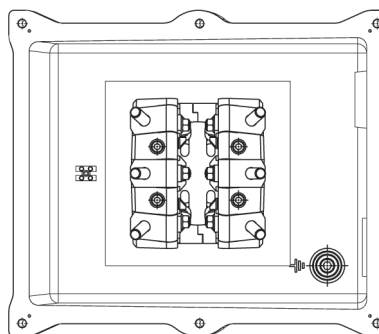
Terminal box for motor sizes 160 to 250



Terminal board for motor sizes 160 to 250



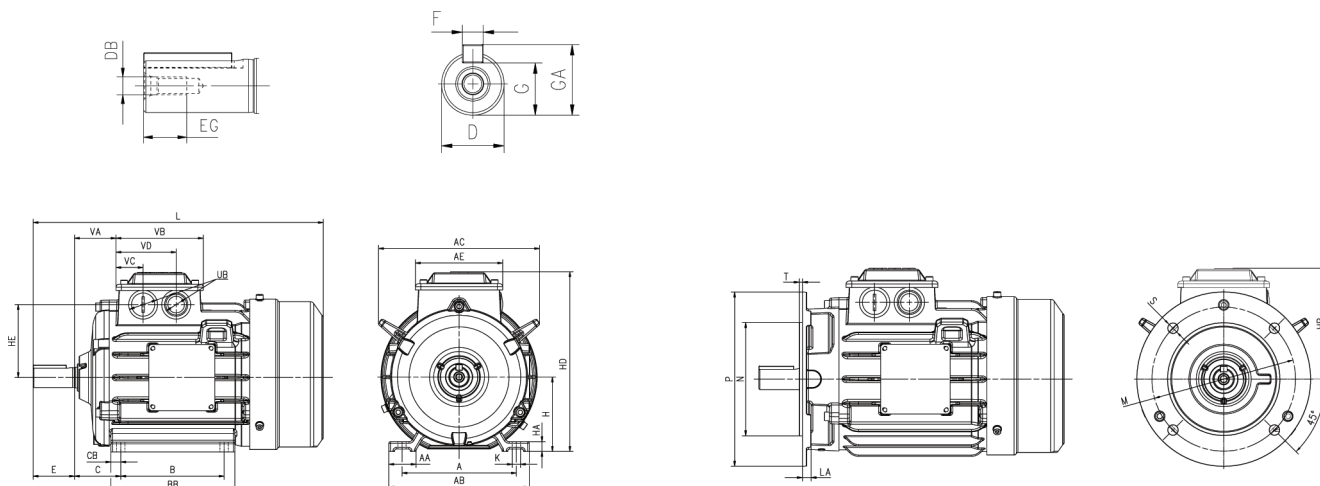
Terminal box for motor sizes 280 to 355



Terminal board for motor sizes 280 to 355

Dimension drawings

IE2 General performance cast iron M2BAX motors, 71-132



Foot-mounted motor IM1001, B3 and Flange-mounted motor IM 3001, B5

General performance M2BAX 71-132, IE2

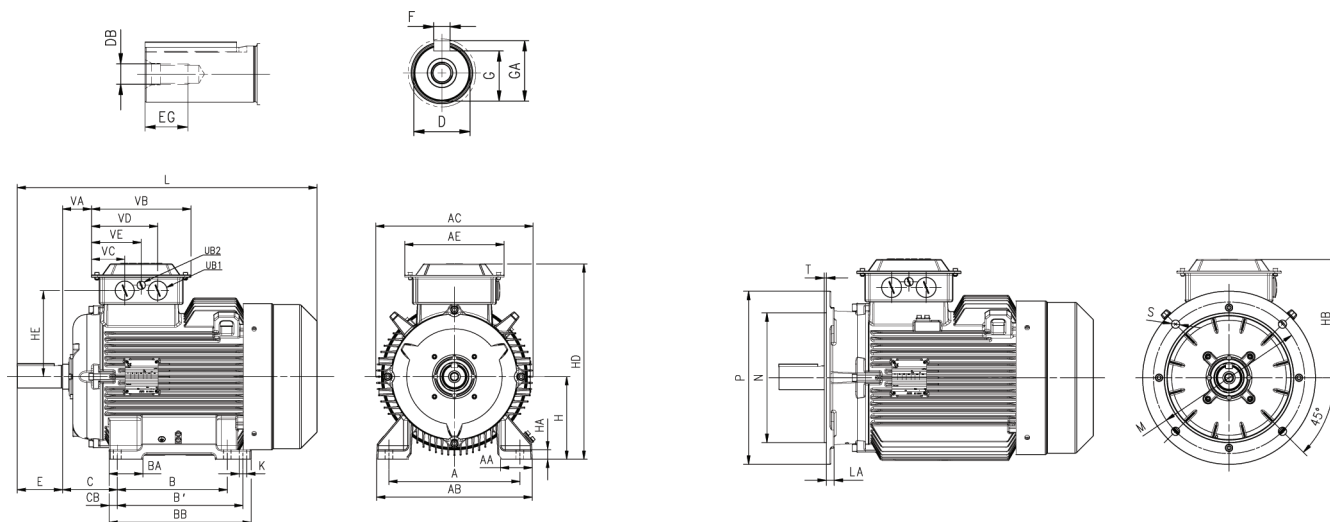
Motor size	AE	D	DB	E	EG	F	G	GA	H	HA	HE	L	UB	VA	VB	VC	VD
71	96	14	M5	30	12,5	5	11	16	71	9	65	257	M16X1,5	40	96	32	64
80	106	19	M6	40	16	6	15,5	21,5	80	12	72	309	M25X1,5	43	106	33	73
90S	106	24	M8	50	19	8	20	27	90	12	88	335	M25X1,5	50	106	33	73
90L	106	24	M8	50	19	8	20	27	90	12	88	351	M25X1,5	50	106	33	73
100	122	28	M10	60	22	8	24	31	100	15	100	376	M32X1,5	55	122	37	84
112	122	28	M10	60	22	8	24	31	112	15	100	411	M32X1,5	55	122	37	84
132S	122	38	M12	80	28	10	33	41	132	18	129	479	M32X1,5	65	122	37	84
132M	122	38	M12	90	28	10	33	41	132	18	129	521	M32X1,5	65	122	37	84

	IM B3 (IM 1001)										IM B5 (IM 3001)						
Motor size	A	AA	AB	AC	B	BB	C	CB	HD	K	HB	LA	M	N	P	S	T
71	112	30	136	147	90	110	45	10	175	7	104	9	130	110	160	10	3,5
80	125	33	154	161	100	125	50	12,5	192	10	112	10	165	130	200	12	3,5
90S	140	33	170	195	100	124	56	12	217	10	127	10	165	130	200	12	3,5
90L	140	33	170	195	125	150	56	12	217	10	127	10	165	130	200	12	3,5
100	160	38	200	218	140	170	63	15	240	12	141	11	215	180	250	14,5	4
112	190	48	230	218	140	170	70	15	252	12	141	11	215	180	250	14,5	4
132S	216	53	262	270	140	170	89	16	301	12	170	12	265	230	300	14,5	4
132M	216	53	262	270	178	210	89	16	301	12	170	12	265	230	300	14,5	4

	IM B14 (IM 3601)						
Motor size	M	N	P	S	T	Tolerances	
71	85	70	105	M6	2,5	A, B	±0,4
80	100	80	120	M6	3	D	ISO k6 < Ø 50 mm
90S	115	95	140	M8	3		ISO m6 > Ø 50 mm
90L	115	95	140	M8	3	F	ISO h9
100	130	110	160	M8	3,5	H	-0,5
112	130	110	160	M8	3,5	N	ISO j6
132S	165	130	200	M10	3,5	C	±0,8
132M	165	130	200	M10	3,5		

Dimension drawings

IE2 General performance cast iron M2BAX motors, 160-250



Foot-mounted motor IM 1001, B3 and Flange-mounted motor IM 3001, B5

General performance M2BAX 160-250, IE2

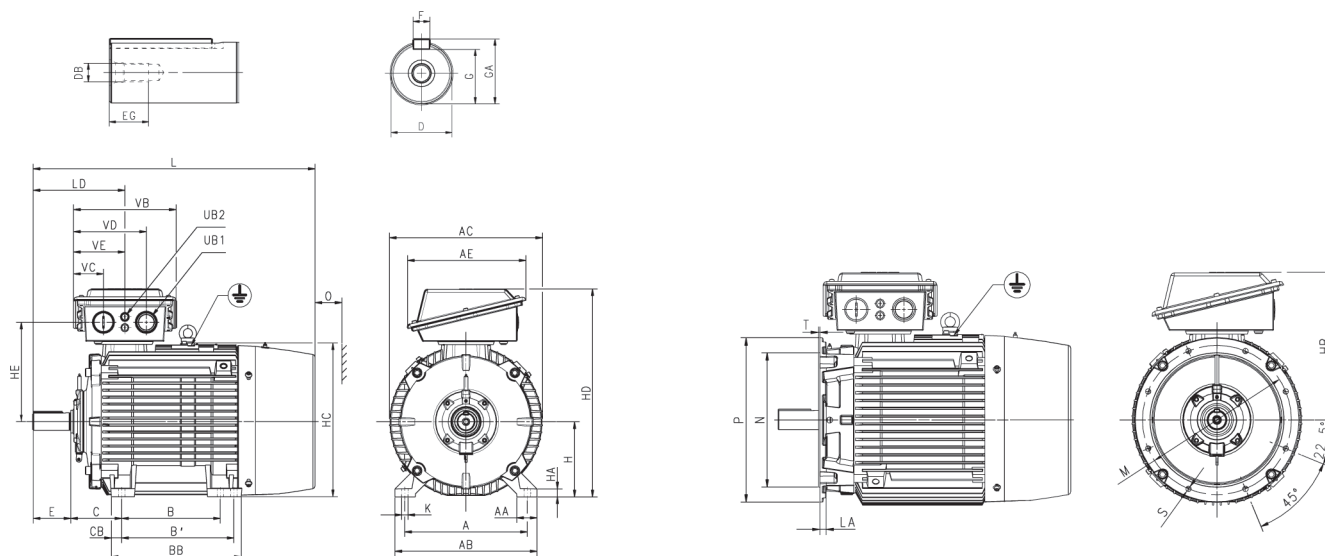
Motor size	AE	D	DB	E	EG	F	G	GA	H	HA	HE	L	UB	VA	VB	VC	VD	VE
160 ¹⁾	241	42	M16	110	36	12	37	45	160	23	188	586,5	M40X1,5	59	241	81	161	121
180	241	48	M16	110	36	14	42,5	51,5	180	23	188	683	M40X1,5	59	241	81	161	121
200	241	55	M20	110	42	16	49	59	200	23	208	728	M40X1,5	70	241	81	161	121
225 2p	262	55	M20	110	42	16	49	59	225	23	228	824	M63X1,5	79	262	83	179	131
225 4-6 p	262	60	M20	140	42	18	53	64	225	23	228	854	M63X1,5	79	262	83	179	131
250 2 p	262	60	M20	140	42	18	53	64	250	23	248	882	M63X1,5	72	262	83	179	131
250 4-6 p	262	65	M20	140	42	18	58	69	250	23	248	882	M63X1,5	72	262	83	179	131

	IM B3 (IM 1001)										IM B5 (IM 3001)								
Motor size	A	AA	AB	AC	B	B'	BA	BB	C	CB	HD	K	HB	LA	M	N	P	S	T
160	254	67	310	338	210	254	69	294	108	20	413	14,5	253	16	300	250	350	18,5	5
180	279	72	340	338	241	279	68	318	121	19	134	14,5	253	16	300	250	350	18,5	5
200	318	77	378	382	267	305	82	345	133	20	173	18,5	273	18	350	300	400	18,5	5
225 2p	356	91	435	414	286	311	69	351	149	20	539	18,5	314	20	400	350	450	18,5	5
225 4-6 p	356	91	435	414	286	311	69	351	149	20	539	18,5	314	20	400	350	450	18,5	5
250 2 p	406	98	480	462	311	349	72	392	168	22	585	24	334	22	500	450	550	18,5	5
250 4-6 p	406	98	480	462	311	349	72	392	168	22	585	24	334	22	500	450	550	18,5	5

Tolerances	Footnotes
A, B	±0,4
D	ISO k6 < Ø 50 mm
	ISO m6 > Ø 50 mm
F	ISO h9
H	-0,5
N	ISO j6
C	±0,8

Dimension drawings

IE2 General performance cast iron M2BAX motors, 280-355



Foot-mounted motor IM 1001, B3 and Flange-mounted motor IM 3001, B5

General performance M2BAX 280-355, IE2

Motor size	AE	D	DB	E	EG	F	G	GA	H	HA	HC	L	LD	O	UB1	UB2	VB	VC	VD	VE
280S 2p	442	65	M20	140	42	18	58	69	280	30	573	982	342	100	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
280S 4-6 p	442	75	M20	140	42	20	67,5	79,5	280	30	573	982	342	100	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
280SM 2p	442	65	M20	140	42	18	58	69	280	30	573	1052	342	100	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
280SM 4-6p	442	75	M20	140	42	20	67,5	79,5	280	30	573	1052	342	100	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
315SM 2p	442	65	M20	140	42	18	58	69	315	38	638	1216	348	115	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
315SM 4-6p	442	80	M20	170	42	22	71	85	315	38	638	1246	378	115	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
315ML 2p	442	65	M20	140	42	18	58	69	315	38	638	1326	347	115	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
315ML 4-6p	442	90	M24	170	50	25	81	95	315	38	638	1356	378	115	M63X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
355SM 2p	493	70	M20	140	42	20	62,5	74,5	355	41	725	1399	399	130	M75X1,5	M20X1,5	383	111	271	191
355SM 4-6p	493	100	M24	210	50	28	90	106	355	41	725	1469	469	130	M75X1,5	M20X1,5	383	111	271	191

	IM B3 (IM 1001)										IM B5 (IM 3001)							
Motor size	A	AA	AB	AC	B	B'	BB	C	CB	HD	K	HB	LA	M	N	P	S	T
280S 2p	457	75	530	571	368	-	431	190	38	775	24	495	21	500	450	550	18,5	5
280S 4-6 p	457	75	530	571	368	-	431	190	38	775	24	495	21	500	450	550	18,5	5
280SM 2p	457	75	530	571	368	419	485	190	38		24	495	21	500	450	550	18,5	5
280SM 4-6p	457	75	530	571	368	419	485	190	38	775	24	495	21	500	450	550	18,5	5
315SM 2p	508	100	590	644	406	457	563	216	52	849	28	534	27	600	550	660	24	6
315SM 4-6p	508	100	590	644	406	457	563	216	52	849	28	534	27	600	550	660	24	6
315ML 2p	508	100	590	644	457	508	612	216	52	849	28	534	27	600	550	660	24	6
315ML 4-6p	508	100	700	644	457	508	612	216	52	849	28	534	27	600	550	660	24	6
355SM 2p	610	120	700	739	500	560	698	254	72	933	35	578	22	740	680	800	24	6
355SM 4-6p	610	120	700	739	500	560	698	254	72	933	35	578	22	740	680	800	24	6

Tolerances

A, B	±0,4
D	ISO k6 < Ø 50 mm ISO m6 > Ø 50 mm
F	ISO h9
H	-0,5
N	ISO j6
C	±0,8

Motors in brief

IE2 General performance cast iron M2BAX motors, 71-132

Motor size		71	80	90	100	112	132
Stator and end shields	Material	Cast iron					
	Paint color shade	Munsell blue 8B 4.5/3.25					
	Corrosion class	C3 medium					
Feet	Material	Integrated cast iron					
Bearings	D-end	6203-2Z/C3	6204-2Z/C3	6205-2Z/C3	6206-2Z/C3	6206-2Z/C3	6208-2Z/C3
	N-end	6202-2Z/C3	6203-2Z/C3	6204-2Z/C3	6205-2Z/C3	6205-2Z/C3	6208-2Z/C3
Axially locked bearings	Retaining ring	Locked at D-end					
Bearing seals	D-end	V-ring					
Lubrication		Permanently lubricated shielded bearings					
Measuring nipples for condition monitoring of the bearings		Not Included					
Rating plate	Material	Stainless steel					
Terminal box	Material	Steel					
	Corrosion class	C3 medium					
	Cover screws	Zinc-electroplated steel					
Connections	Threaded openings	2xM16, 1xM16	2xM25, 1xM16		2xM32, 1xM16		
	Max Cu-area mm	4	6		10		
	Terminals	6 terminals for connection with cable lugs (not included)					
	Cable glands	Glands as option					
Fan	Material	Glass-fiber reinforced polypropylene					
Fan cover	Material	Steel					
	Paint color shade	Munsell blue 8B 4.5/3.25					
	Corrosion class	C3 medium					
Stator winding	Material	Copper					
	Insulation	Insulation class F. Temperature rise class B unless otherwise stated.					
	Winding protection	3 PTC thermistors, 150°C					
Rotor winding	Material	Pressure die-cast aluminum					
Balancing method		Half key balancing as standard					
Key ways		Open key way					
Drain holes		Drain holes with closable plastic plugs, open on delivery					
Enclosure		IP 55 Higher protection on request					
Cooling method		IC 411					
Lifting lugs		Integrated cast iron lifting lugs					

Motors in brief

IE2 General performance cast iron M2BAX motors, 160-250

Motor size	M2BAX	160	180	200	225	250
Stator and end shields	Material	Cast iron				
	Paint color shade	Munsell blue 8B 4.5/3.25				
	Corrosion class	C3 medium				
Feet	Material	Integrated cast iron				
Bearings	D-end	6209-2Z/C3	6210-2Z/C3	6212-2Z/C3	6213-2Z/C3	6215-2Z/C3
	N-end	6209-2Z/C3	6209-2Z/C3	6209-2Z/C3	6210-2Z/C3	6212-2Z/C3
Axially locked bearings	Retaining ring	Locked at D-end				
Bearing seals	D-end	V-ring				
Lubrication						
Measuring nipples for condition monitoring of the bearings		Not Included				
Rating plate	Material	Stainless steel				
Terminal box	Material	Steel				
	Corrosion class	C3 medium				
	Cover screws	Zinc-electroplated steel				
Connections	Threaded openings	2xM40, 1xM16			2xM63, 1xM16	
	Max Cu-area mm	35			70	
	Terminals	6 terminals for connection with cable lugs (not included)				
	Cable glands	Glands as option				
Fan	Material	Glass-fiber reinforced polypropylene				
Fan cover	Material	Steel				
	Paint color shade	Munsell blue 8B 4.5/3.25				
	Corrosion class	C3 medium				
Stator winding	Material	Copper				
	Insulation	Insulation class F. Temperature rise class B unless otherwise stated.				
	Winding protection	3 PTC thermistors, 150°C				
Rotor winding	Material	Pressure die-cast aluminum				
Balancing method		Half key balancing as standard				
Key ways		Open key way				
Drain holes		Drain holes with closable plastic plugs, open on delivery				
Enclosure		IP 55 Higher protection on request				
Cooling method		IC 411				
Lifting lugs		Integrated cast iron lifting lugs				

Motors in brief

IE2 General performance cast iron M2BAX motors, 280-355

Motor size	M2BAX	280	315	355
Stator and end shields	Material	Cast iron		
	Paint color shade	Munsell blue 8B 4.5/3.25		
	Corrosion class	C3 medium		
Feet	Material	Integrated cast iron		
Bearings	D-end	6217/C3	6217/C3 (2p) 6219/C3 (4-6p)	6219/C3 (2p) 6222/C3 (4-6p)
	N-end	6217/C3	6217/C3	6219/C3
Axially locked bearings	Retaining ring	Locked at D-end		
Bearing seals	D-end	V-ring		
Lubrication				
Measuring nipples for condition monitoring of the bearings		Not Included		
Rating plate	Material	Stainless steel		
Terminal box	Material	Cast iron		
	Corrosion class	C3 medium		
	Cover screws	Zinc-electroplated steel		
Connections	Threaded openings	2xM63, 2xM20		2xM75, 2xM20
	Max Cu-area mm	2x150	2x240	4x240
	Terminals	6 terminals for connection with cable lugs (not included)		
	Cable glands	Glands as option		
Fan	Material	Glass-fiber reinforced polypropylene		
Fan cover	Material	Steel		
	Paint color shade	Munsell blue 8B 4.5/3.25		
	Corrosion class	C3 medium		
Stator winding	Material	Copper		
	Insulation	Insulation class F. Temperature rise class B unless otherwise stated.		
	Winding protection	3 PTC thermistors, 150°C		
Rotor winding	Material	Pressure die-cast aluminum		
Balancing method		Half key balancing as standard		
Key ways		Open key way		
Drain holes		Drain holes with closable plastic plugs, open on delivery		
Enclosure		IP 55 Higher protection on request		
Cooling method		IC 411		
Lifting lugs		Separate steel lifting lugs		

Total product offering

Motors, generators and mechanical power transmission products with a complete portfolio of services

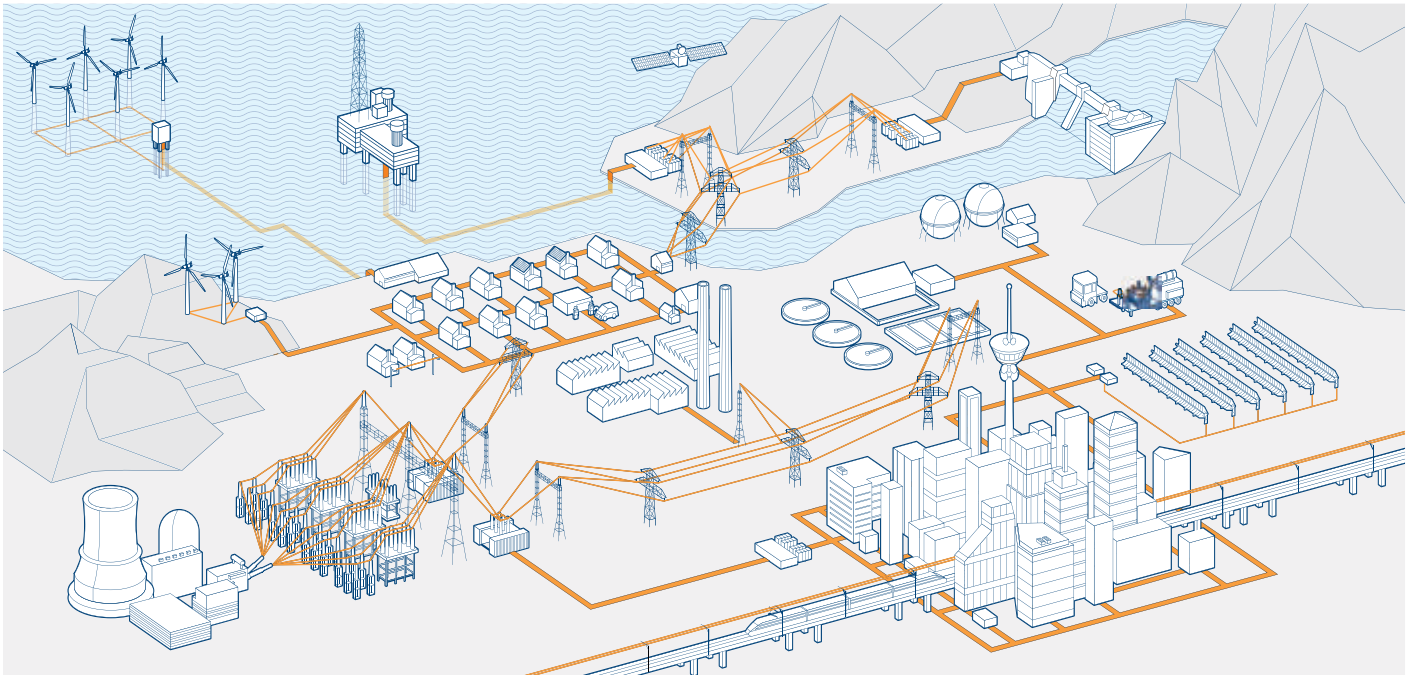


ABB is the leading manufacturer of low, medium and high voltage motors and generators, and mechanical power transmission products. ABB products are backed by a complete portfolio of services. Our in-depth knowledge of virtually every type of industrial process ensures we always specify the best solution for your needs.

Low and high voltage IEC induction motors

- Process performance motors
- General performance motors
- High voltage cast iron motors
- Induction modular motors
- Slip-ring modular motors
- Synchronous reluctance motors

Low and medium voltage NEMA motors

- Steel frame open drip proof (ODP) motors
- Weather protected, water cooled, fan ventilated
- Cast iron frame (TEFC)
- Air to air cooled (TEAAC) motors

Motors and generators for explosive atmospheres

- IEC and NEMA motors and generators, for all protection types

Synchronous motors

Synchronous generators

- Synchronous generators for diesel and gas engines
- Synchronous generators for steam and gas turbines

Wind power generators

Generators for small hydro

Other motors and generators

- Brake motors
- DC motors and generators
- Gear motors
- Marine motors and generators
- Single phase motors
- Motors for high ambient temperatures
- Permanent magnet motors and generators
- High speed motors
- Smoke extraction motors
- Wash down motors
- Water cooled motors
- Generator sets
- Roller table motors
- Low inertia motors
- Traction motors and generators

Life cycle services

Mechanical power transmission components, bearings, gearings

Life cycle services and support

From pre-purchase to migration and upgrades



ABB offers a complete portfolio of services to ensure trouble-free operation and long product lifetimes. These services cover the entire life cycle. Local support is provided through a global network of ABB service centers and certified partners.

Pre-purchase

ABB's front-end sales organization can help customers to quickly and efficiently select, configure and optimize the right motor or generator for their application.

Installation and commissioning

Professional installation and commissioning by ABB's certified engineers represent an investment in availability and reliability over the entire life cycle.

Engineering and consulting

ABB's experts provide energy efficiency and reliability appraisals, advanced condition and performance assessments and technical studies.

Condition monitoring and diagnosis

Unique services collect and analyze data to provide early warnings of problems before failures can occur. All critical areas of the equipment are covered.

Maintenance and field services

ABB offers life cycle management plans and preventive maintenance products. The recommended four-level maintenance program covers the entire product lifetime.

Spare parts

Spare parts and support are offered throughout the life cycle of ABB products. In addition to individual spares, tailored spare part packages are also available.

Repair and refurbishment

Support for all ABB motors and generators and other brands is provided by ABB's global service organization. Specialist teams can also deliver emergency support.

Migration and upgrades

Life cycle audits determine the optimum upgrades and migration paths. Upgrades range from individual components to direct replacement motors and generators.

Training

Product and service training courses take a practical approach. The training ranges from standard courses to specially tailored programs to suit customer requirements.

Specialized support

Specialized support is offered through ABB's global service organization. Local units provide major and minor repairs as well as overhauls and reconditioning.

Service contracts

Service contracts are tailored to the customer's needs. The contracts combine ABB's entire service portfolio and 120 years of experience to deploy the optimal service practices.

Contact us

www.abb.com/motors&generators

We reserve the right to make technical changes or modify the contents of this document without prior notice. With regard to purchase orders, the agreed particulars shall prevail. ABB does not accept any responsibility what so ever for potential errors or possible lack of information in this document.

We reserve all rights in this document and in the subject matter and illustrations contained herein. Any reproduction, disclosure to third parties or utilization of its contents – in whole or in parts – is forbidden without prior written consent of ABB.

© Copyright 2014 ABB.

All rights reserved.



9AKK106473 EN 02-2015

Anexo B

Hojas de pruebas de laboratorio

IE2 6 polos



Test Report				Date of issue: 28.1.2012						
				Serial No.: 3GP10011895						
				Type: M2BA 280SA 6 B3						
				Product Code: 3GBA 283110-L						
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3~Motor Insul.cl.F IP55				400	D 50	45	990	83,3	0,84	S1
Resistance				Insulation resistance at 47,5 °C						
Line				4000 MΩ 1000 V						
U ₁ - V ₁				Ambient: 21,0 °C						
U ₁ - W ₁				0,07762 Ω						
V ₁ - W ₁				0,07755 Ω						
				0,07769 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V 60 s						
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,0 D	50	24,2	1,14		1000	0,07		
Locked rotor test		89,5 D	50	82,9	3,87		0	0,30		
Thermal test (100% load)	434,1	400,2 D	50	83,2	48,5	45,0	990	0,84	92,8	
Partial load points:										
~75% load	326,0	400,1 D	50	63,4	36,2	33,8	992	0,82	93,2	
~50% load	218,5	400,1 D	50	46,0	24,2	22,5	995	0,76	92,9	
~25% load	109,2	400,1 D	50	31,7	12,5	11,3	998	0,57	89,7	
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method		
Stator winding :				55,7	1			1 Resistance		
Frame :				34,2	2			2 Thermometer		
Bearing D-end :				41,9	2			3 Thermocouples		
Rotor:				75,5	3					
Ambient Temperature :				25,0	2					
<p>Starting current (I_S / I_N) : 6,98</p> <p>Locked rotor torque (T_I / T_N) : 2,51</p>										
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.										
PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer		Date of test		30.1.2011						
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland								Telephone +358 10 2211		
								Telefax +358 10 22 47372		

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 28.1.2012						
				Serial No.: 3GP10011903						
				Type: M2BA 280SB 6 B3						
				Product Code: 3GBA 283120-L						
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3~Motor Insul.cl.F IP55				400	D 50	55	990	101	0,84	S1
Resistance				Insulation resistance at 47,5 °C				Overload		
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160 % 15s		
U ₁ - V ₁				Ambient: 22,5 °C						
U ₁ - W ₁				0,06002 Ω						
V ₁ - W ₁				0,06004 Ω						
				0,06002 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,0 D	50	31,1	1,26		1000	0,06		
Locked rotor test		85,6 D	50	100,9	4,44		0	0,30		
Thermal test (100% load)	530,6	400,1 D	50	100,5	58,8	55,0	990	0,85	93,5	
Partial load points:										
~75% load	399,2	400,2 D	50	77,1	43,9	41,3	993	0,82	93,9	
~50% load	266,8	400,0 D	50	56,2	29,4	27,5	995	0,76	93,6	
~25% load	134,0	400,1 D	50	39,1	15,2	13,8	998	0,56	90,7	
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :				54,9	1			1 Resistance		
Frame :				27,7	2			2 Thermometer		
Bearing D-end :				41,1	2			3 Thermocouples		
Rotor:				75,9	3					
Ambient Temperature :				25,0	2					
<p>Starting current (I_S / I_N) : 7,07</p> <p>Locked rotor torque (T_I / T_N) : 2,84</p>										
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>										
On behalf of customer										
<p>On behalf of manufacturer Date of test 31.1.2011</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>										

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report					Date of issue: 2010.11.23																																
Customer: Customer ref.:					Serial No.: 75021426008001A																																
					Type: M2BA 315MLA 6 IMB3/IM1001																																
					Product Code: 3GBA313410-ADL																																
					Protection type: IP55 Cert. No.:																																
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>132,0</td><td>992</td><td>241</td><td>0,83</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>132,0</td><td>992</td><td>140</td><td>0,83</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>132,0</td><td>992</td><td>235</td><td>0,82</td><td>S1</td></tr></tbody></table>								V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	132,0	992	241	0,83	S1	690	Y 50	132,0	992	140	0,83	S1	415	D 50	132,0	992	235	0,82	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																															
400	D 50	132,0	992	241	0,83	S1																															
690	Y 50	132,0	992	140	0,83	S1																															
415	D 50	132,0	992	235	0,82	S1																															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94,9(100%) - 95(75%) - 94,4(50%)																																			
Resistance Line				Ambient: 19,0 °C		Insulation resistance at 19 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				0,01925 Ω 0,01928 Ω 0,01930 Ω		High-voltage test winding 2400 V		60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																												
No load test		400,7 D	50	95,1	2,416		1000	0,04																													
Locked rotor test		73,3 D	50	242,1	9,75		0	0,32																													
Thermal test (100% load)	1270,7	400,7 D	50	245,3	138,63	132,00	992	0,82	95,20																												
Partial load points:																																					
~75% load	952,0	400,6 D	50	193,7	104,00	99,00	993	0,78	95,20																												
~50% load	633,4	400,7 D	50	147,7	69,59	66,00	995	0,68	94,80																												
~25% load	316,1	400,8 D	50	112,0	35,76	33,00	997	0,46	92,30																												
Temperature rise at rated load.				[°C] [K]		Method		Measurement method																													
Stator winding :				56,5		1		1 Resistance																													
Frame :				29,2		2		2 Thermometer																													
Bearing D-end :				25,6		2		3 Thermocouples																													
Rotor :						2																															
Ambient Temperature :				25		2																															
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																					
On behalf of customer																																					
On behalf of manufacturer Date of test 23.11.2010																																					
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.12.11																															
				Serial No.: 75033771003001A																															
Customer:				Type: M2BA 315SMA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA313210-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Customer ref.:																																			
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>75,0</td> <td>992</td> <td>142</td> <td>0,81 S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>75,0</td> <td>992</td> <td>82</td> <td>0,81 S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>75,0</td> <td>992</td> <td>142</td> <td>0,78 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	75,0	992	142	0,81 S1	690	Y	50	75,0	992	82	0,81 S1	415	D	50	75,0	992	142	0,78 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D	50	75,0	992	142	0,81 S1																													
690	Y	50	75,0	992	82	0,81 S1																													
415	D	50	75,0	992	142	0,78 S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94(100%) - 94(75%) - 93(50%)																																	
Resistance Line Ambient: 20,0 °C U ₁ - V ₁ 0,03998 Ω U ₁ - W ₁ 0,03996 Ω V ₁ - W ₁ 0,03993 Ω				Insulation resistance at 20 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,1 D	50	60,5	2,16		1000	0,05																											
Locked rotor test		76,7 D	50	142,4	6,06		0	0,32																											
Thermal test (100% load)	721,2	400 D	50	144,8	80,02	75,00	993	0,80	93,70																										
Partial load points:																																			
~75% load	541,2	400 D	50	115,4	60,13	56,25	993	0,75	93,50																										
~50% load	359,5	400 D	50	89,6	40,44	37,50	996	0,65	92,70																										
~25% load	179,2	400 D	50	70,2	21,12	18,75	999	0,44	88,80																										
Temperature rise at rated load.				<table border="1"> <thead> <tr> <th>°C</th> <th>[K]</th> <th>Method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stator winding :</td> <td>58,2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Frame :</td> <td>26,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bearing D-end :</td> <td>35,2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rotor :</td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ambient Temperature :</td> <td>25</td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>		°C	[K]	Method	Stator winding :	58,2	1	Frame :	26,5	2	Bearing D-end :	35,2	2	Rotor :		2	Ambient Temperature :	25	2	Measurement method 1 Resistance 2 Thermometer 3 Thermocouples											
°C	[K]	Method																																	
Stator winding :	58,2	1																																	
Frame :	26,5	2																																	
Bearing D-end :	35,2	2																																	
Rotor :		2																																	
Ambient Temperature :	25	2																																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		11.12.2011																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.12.07																															
Customer:				Serial No.: 075033771004001																															
Customer ref.:				Type: M2BA 315SMB 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA313220-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>90,0</td> <td>992</td> <td>165</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>90,0</td> <td>992</td> <td>96</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>90,0</td> <td>992</td> <td>161</td> <td>0,82</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	90,0	992	165	0,83	S1	690	Y 50	90,0	992	96	0,83	S1	415	D 50	90,0	992	161	0,82	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	90,0	992	165	0,83	S1																													
690	Y 50	90,0	992	96	0,83	S1																													
415	D 50	90,0	992	161	0,82	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94,3(100%) - 94,4(75%) - 93,6(50%)																																	
Resistance Line U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				Ambient: 19,5 °C 0,03155 Ω 0,03153 Ω 0,03151 Ω		Insulation resistance at 19,5 °C R > 2000 Mohm 1000 V																													
						Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding		2400 V 60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,3 D	50	62,2	1,94		1000	0,05																											
Locked rotor test		74,1 D	50	165,5	6,55		0	0,31																											
Thermal test (100% load)	866,2	400 D	50	166,5	95,17	90,00	992	0,83	94,60																										
Partial load points:																																			
~75% load	648,7	400 D	50	131,2	71,37	67,50	994	0,79	94,60																										
~50% load	431,3	400 D	50	99,4	47,79	45,00	996	0,69	94,20																										
~25% load	215,2	400 D	50	74,4	24,68	22,50	998	0,48	91,20																										
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																											
Stator winding :				53,7	1			1 Resistance																											
Frame :				27,1	2			2 Thermometer																											
Bearing D-end :				30,5	2			3 Thermocouples																											
Rotor :					2																														
Ambient Temperature :				25	2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		7.12.2011																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report					Date of issue: 2011.12.07																																
					Serial No.: 75033771005001A																																
Customer:					Type: M2BA 315SMC 6 IMB3/IM1001																																
					Product Code: 3GBA313230-ADL																																
Customer ref.:					Protection type: IP55																																
					Cert. No.:																																
Rating:					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>110,0</td> <td>992</td> <td>201</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>110,0</td> <td>992</td> <td>117</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>110,0</td> <td>992</td> <td>197</td> <td>0,82</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>					V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	110,0	992	201	0,83	S1	690	Y 50	110,0	992	117	0,83	S1	415	D 50	110,0	992	197	0,82	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																															
400	D 50	110,0	992	201	0,83	S1																															
690	Y 50	110,0	992	117	0,83	S1																															
415	D 50	110,0	992	197	0,82	S1																															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2					50Hz : IE2 - 94,7(100%) - 94,8(75%) - 94,2(50%)																																
Resistance Line U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁					Ambient: 19,0 °C			Insulation resistance at 19 °C		Overload																											
					0,02434 Ω 0,02443 Ω 0,02431 Ω			R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																											
					High-voltage test winding 2400 V 60 s																																
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																												
No load test		400,9 D	50	77,4	2,13		1000	0,04																													
Locked rotor test		72,8 D	50	201,8	8,65		0	0,34																													
Thermal test (100% load)	1060,0	400 D	50	203,2	115,79	110,00	991	0,82	95,00																												
Partial load points:																																					
~75% load	793,8	400 D	50	159,9	86,84	82,50	993	0,78	95,00																												
~50% load	528,0	400 D	50	121,4	58,14	55,00	995	0,69	94,60																												
~25% load	263,3	400 D	50	91,2	29,92	27,50	997	0,47	91,90																												
Temperature rise at rated load.					<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>[°C]</th> <th>[K]</th> <th>Method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stator winding :</td> <td></td> <td>58,3</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Frame :</td> <td></td> <td>28,5</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bearing D-end :</td> <td></td> <td>44,4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rotor :</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ambient Temperature :</td> <td>25</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>				[°C]	[K]	Method	Stator winding :		58,3	1	Frame :		28,5	2	Bearing D-end :		44,4	2	Rotor :			2	Ambient Temperature :	25		2	Measurement method 1 Resistance 2 Thermometer 3 Thermocouples					
	[°C]	[K]	Method																																		
Stator winding :		58,3	1																																		
Frame :		28,5	2																																		
Bearing D-end :		44,4	2																																		
Rotor :			2																																		
Ambient Temperature :	25		2																																		
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																					
On behalf of customer																																					
On behalf of manufacturer																																					
Date of test					7.12.2011																																
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China					Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																																

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.12.01																															
				Serial No.: 75033771007001A																															
Customer:				Type: M2BA 355SMA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA353210-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Customer ref.:																																			
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>160,0</td> <td>992</td> <td>293</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>160,0</td> <td>992</td> <td>170</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>160,0</td> <td>993</td> <td>282</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	160,0	992	293	0,83	S1	690	Y 50	160,0	992	170	0,83	S1	415	D 50	160,0	993	282	0,83	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	160,0	992	293	0,83	S1																													
690	Y 50	160,0	992	170	0,83	S1																													
415	D 50	160,0	993	282	0,83	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94,9(100%) - 95,0(75%) - 94,4(50%)																																	
Resistance Line Ambient: 21,0 °C U ₁ - V ₁ 0,01494 Ω U ₁ - W ₁ 0,01495 Ω V ₁ - W ₁ 0,01495 Ω				Insulation resistance at 21 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,9 D	50	90,9	2,69		1000	0,04																											
Locked rotor test		86,1 D	50	298,7	12,52		0	0,28																											
Thermal test (100% load)	1540,5	400 D	50	290,5	167,56	160,00	992	0,83	95,50																										
Partial load points:																																			
~75% load	1153,4	400 D	50	223,7	125,56	120,00	994	0,81	95,60																										
~50% load	767,7	400 D	50	164,1	84,03	80,00	995	0,74	95,20																										
~25% load	383,0	400 D	50	115,6	43,08	40,00	997	0,54	92,80																										
Temperature rise at rated load.				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>[°C]</th> <th>[K]</th> <th>Method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stator winding :</td> <td></td> <td>62,0</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Frame :</td> <td></td> <td>27,4</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bearing D-end :</td> <td></td> <td>42,9</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rotor :</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ambient Temperature :</td> <td>25</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>				[°C]	[K]	Method	Stator winding :		62,0	1	Frame :		27,4	2	Bearing D-end :		42,9	2	Rotor :			2	Ambient Temperature :	25		2	Measurement method 1 Resistance 2 Thermometer 3 Thermocouples				
	[°C]	[K]	Method																																
Stator winding :		62,0	1																																
Frame :		27,4	2																																
Bearing D-end :		42,9	2																																
Rotor :			2																																
Ambient Temperature :	25		2																																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		1.12.2011																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.12.02																															
				Serial No.: 75033771008001A																															
Customer:				Type: M2BA 355SMB 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA353220-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Customer ref.:																																			
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>200,0</td> <td>992</td> <td>360</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>200,0</td> <td>992</td> <td>209</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>200,0</td> <td>993</td> <td>347</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	200,0	992	360	0,84	S1	690	Y 50	200,0	992	209	0,84	S1	415	D 50	200,0	993	347	0,84	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	200,0	992	360	0,84	S1																													
690	Y 50	200,0	992	209	0,84	S1																													
415	D 50	200,0	993	347	0,84	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,2(100%) - 95,4(75%) - 94,9(50%)																																	
Resistance Line Ambient: 18,0 °C U ₁ - V ₁ 0,01146 Ω U ₁ - W ₁ 0,01145 Ω V ₁ - W ₁ 0,01147 Ω				Insulation resistance at 18 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,2 D	50	103,0	2,99		1000	0,04																											
Locked rotor test		88,1 D	50	363,2	16,15		0	0,29																											
Thermal test (100% load)	1930,1	400 D	50	361,9	209,82	200,00	990	0,84	95,30																										
Partial load points:																																			
~75% load	1442,9	400 D	50	275,8	156,82	150,00	993	0,82	95,70																										
~50% load	959,9	400 D	50	198,9	104,73	100,00	995	0,76	95,50																										
~25% load	478,2	400 D	50	135,5	53,41	50,00	998	0,57	93,60																										
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																											
Stator winding :				72,3	1			1 Resistance																											
Frame :				35,9	2			2 Thermometer																											
Bearing D-end :				50,1	2			3 Thermocouples																											
Rotor :					2																														
Ambient Temperature :				25	2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		2.12.2011																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.12.01																															
				Serial No.: 75021426011001A																															
Customer:				Type: M2BA 355SMC 6 IMB3/IM1001																															
				Product Code: 3GBA353230-ADL																															
				Protection type: IP55																															
Customer ref.:				Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>250,0</td> <td>991</td> <td>450</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>250,0</td> <td>991</td> <td>261</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>250,0</td> <td>992</td> <td>434</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	250,0	991	450	0,84	S1	690	Y 50	250,0	991	261	0,84	S1	415	D 50	250,0	992	434	0,84	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	250,0	991	450	0,84	S1																													
690	Y 50	250,0	991	261	0,84	S1																													
415	D 50	250,0	992	434	0,84	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,3(100%) - 95,5(75%) - 95,2(50%)																																	
Resistance		Ambient: 20,0 °C		Insulation resistance at 20 °C		Overload																													
Line				R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s																													
U ₁ - V ₁		0,00840 Ω				Torque 160 % 15s																													
U ₁ - W ₁		0,00839 Ω				Speed 120 % 120s																													
V ₁ - W ₁		0,00840 Ω																																	
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		399,9 D	50	125,2	3,275		1000	0,04																											
Locked rotor test		86,4 D	50	434,8	18,78		0	0,29																											
Thermal test (100% load)	2411,4	399,7 D	50	451,5	261,84	250,00	990	0,84	95,50																										
Partial load points:																																			
~75% load	1803,1	399,8 D	50	343,7	195,66	187,50	993	0,82	95,80																										
~50% load	1198,5	400,4 D	50	245,1	130,36	125,00	996	0,77	95,90																										
~25% load	598,0	400,7 D	50	163,9	66,29	62,50	998	0,58	94,30																										
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]		Method		Measurement method																											
Stator winding :		78,9		1				1 Resistance																											
Frame :		43,5		2				2 Thermometer																											
Bearing D-end :		45,8		2				3 Thermocouples																											
Rotor :				2																															
Ambient Temperature :		25		2																															
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		1.12.2010																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 71MA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA073310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.18</td> <td>910</td> <td>0.6</td> <td>0.72</td> <td>S1</td> </tr> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.18	910	0.6	0.72	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.18	910	0.6	0.72	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class		50Hz : 59,0(100%)-54,7(75%)-47,5(50%)																			
Resistance Line $U_1 - V_1$ $U_1 - W_1$ $V_1 - W_1$				Ambient: 20.0 °C 124.44970 Ω 124.52740 Ω 124.56620 Ω																	
				Insulation resistance at 28.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V																	
				Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s																	
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η [r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.0	Y 50	0.6	0.10		998	0.24													
Locked rotor test		135.3	Y 50	0.6	0.12		0	0.89													
Thermal test (100% load)	1.9	399.3	Y 50	0.6	0.31	0.18	910	0.71	57.70												
Partial load points:																					
~75% load	1.5	398.1	Y 50	0.6	0.25	0.14	931	0.63	53.30												
~50% load	0.9	399.5	Y 50	0.6	0.20	0.09	957	0.50	45.80												
~25% load	0.5	398.4	Y 50	0.6	0.15	0.05	977	0.38	30.60												
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method														
Stator winding :				44.7	1	1 Resistance															
Frame :				32.1	2	2 Thermometer															
Bearing D-end :				23.6	2	3 Thermocouples															
Rotor :					2																
Ambient Temperature :				25	2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 71MB 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA073320-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.25</td> <td>913</td> <td>0.8</td> <td>0.71</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.25	913	0.8	0.71	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.25	913	0.8	0.71	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class		50Hz : 63,0(100%)-59,9(75%)-53,8(50%)																			
Resistance Line U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				Ambient: 20.0 °C 73.58367 Ω 73.55297 Ω 73.56326 Ω																	
				Insulation resistance at 17.4 °C R > 2000 Mohm 1000 V																	
				Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s																	
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.0	Y 50	0.7	0.09		998	0.19													
Locked rotor test		121.7	Y 50	0.8	0.14		0	0.85													
Thermal test (100% load)	2.6	401.3	Y 50	0.8	0.40	0.25	913	0.70	63.10												
Partial load points:																					
~75% load	2.0	401.4	Y 50	0.8	0.31	0.19	931	0.60	60.00												
~50% load	1.3	400.9	Y 50	0.7	0.23	0.12	956	0.48	53.90												
~25% load	0.7	401.1	Y 50	0.7	0.16	0.06	978	0.34	38.80												
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method														
Stator winding :				48.0	1	1 Resistance															
Frame :				18.1	2	2 Thermometer															
Bearing D-end :				31.8	2	3 Thermocouples															
Rotor :					2																
Ambient Temperature :				25	2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer																					
Date of test 5/13/2014																					
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 80MA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA083310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.37</td> <td>919</td> <td>1.1</td> <td>0.74</td> <td>S1</td> </tr> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.37	919	1.1	0.74	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.37	919	1.1	0.74	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class		50Hz : 68,0(100%)-65,9(75%)-60,7(50%)																			
Resistance				Insulation resistance at 16.8 °C		Overload															
Line				R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130% 180s															
U ₁ - V ₁				Ambient: 20.0 °C		Torque 160% 15s															
U ₁ - W ₁				47.04119 Ω		Speed 120% 120s															
V ₁ - W ₁				47.03109 Ω																	
				47.13208 Ω																	
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.8	Y 50	1.2	0.11		998	0.18													
Locked rotor test		105.7	Y 50	1.0	0.15		0	0.80													
Thermal test (100% load)	3.8	399.3	Y 50	1.1	0.56	0.37	919	0.72	66.00												
Partial load points:																					
~75% load	2.9	400.1	Y 50	1.0	0.43	0.28	939	0.63	63.80												
~50% load	1.9	400.4	Y 50	0.9	0.32	0.19	962	0.49	58.20												
~25% load	1.0	398.7	Y 50	0.9	0.21	0.09	980	0.34	43.30												
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method														
Stator winding :				53.8	1		1 Resistance														
Frame :				29.3	2		2 Thermometer														
Bearing D-end :				22.4	2		3 Thermocouples														
Rotor :					2																
Ambient Temperature :				25	2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer																					
Date of test 5/13/2014																					
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																					

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																												
Customer:				Serial No.:																												
Customer ref.:				Type: M2BAX 80MB 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA083320-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																												
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.55</td> <td>921</td> <td>1.5</td> <td>0.73</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.55	921	1.5	0.73	S1											
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																										
400	Y 50	0.55	921	1.5	0.73	S1																										
3~Motor																																
Insul.cl.F																																
IP55																																
Eff class		50Hz : 71,0(100%)-69,6(75%)-64,9(50%)																														
Resistance				Insulation resistance at 17.3 °C																												
Line				R > 2000 Mohm 1000 V																												
Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 25.39779 Ω U ₁ - W ₁ 25.33647 Ω V ₁ - W ₁ 25.43867 Ω				Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s																												
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																												
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]																							
No load test		400.7	Y 50	1.3	0.13		998	0.15																								
Locked rotor test		108.5	Y 50	1.6	0.23		0	0.78																								
Thermal test (100% load)	5.7	400.4	Y 50	1.6	0.79	0.55	921	0.71	69.50																							
Partial load points:																																
~75% load	4.4	401.5	Y 50	1.4	0.61	0.41	946	0.61	68.00																							
~50% load	2.9	400.0	Y 50	1.3	0.44	0.28	963	0.48	63.10																							
~25% load	1.4	400.1	Y 50	1.3	0.28	0.14	983	0.32	48.80																							
Temperature rise at rated load.				<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>[°C]</th> <th>[K]</th> <th>Method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stator winding :</td> <td></td> <td>60.9</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Frame :</td> <td></td> <td>38.7</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bearing D-end :</td> <td></td> <td>37</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rotor :</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ambient Temperature :</td> <td>25</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>				[°C]	[K]	Method	Stator winding :		60.9	1	Frame :		38.7	2	Bearing D-end :		37	2	Rotor :			2	Ambient Temperature :	25		2	Measurement method	
	[°C]	[K]	Method																													
Stator winding :		60.9	1																													
Frame :		38.7	2																													
Bearing D-end :		37	2																													
Rotor :			2																													
Ambient Temperature :	25		2																													
				1 Resistance																												
				2 Thermometer																												
				3 Thermocouples																												
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																
On behalf of customer																																
On behalf of manufacturer		Date of test 5/13/2014																														
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																										

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 90LA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA093510-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>1.1</td> <td>936</td> <td>3.0</td> <td>0.67</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	1.1	936	3.0	0.67	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	1.1	936	3.0	0.67	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-78,1(100%)-76,2(75%)-72,8(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 9.30455 Ω U ₁ - W ₁ 9.29082 Ω V ₁ - W ₁ 9.27905 Ω		Insulation resistance at 25.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.9	Y 50	2.4	0.17		998	0.10													
Locked rotor test		106.7	Y 50	3.1	0.37		0	0.65													
Thermal test (100% load)	11.1	400.7	Y 50	3.2	1.43	1.10	936	0.65	77.10												
Partial load points:																					
~75% load	8.4	399.4	Y 50	2.8	1.10	0.83	949	0.56	75.10												
~50% load	5.5	399.4	Y 50	2.6	0.77	0.55	967	0.43	71.50												
~25% load	2.8	400.1	Y 50	2.4	0.47	0.28	984	0.28	59.00												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		57.0		1			1 Resistance														
Frame :		42.1		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		41.6		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 90SA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA093110-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.75</td> <td>949</td> <td>2.3</td> <td>0.62</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.75	949	2.3	0.62	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.75	949	2.3	0.62	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-75,9(100%)-73,0(75%)-67,7(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C		Insulation resistance at 22.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
$U_1 - V_1$ $U_1 - W_1$ $V_1 - W_1$		13.21836 Ω 13.21336 Ω 13.20635 Ω		High-voltage test winding 2400 V 60 s																	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.8 Y	50	1.9	0.14		998	0.10													
Locked rotor test		94.8 Y	50	2.1	0.22		0	0.63													
Thermal test (100% load)	7.6	400.1 Y	50	2.4	0.98	0.75	949	0.60	76.30												
Partial load points:																					
~75% load	5.7	399.4 Y	50	2.2	0.77	0.56	959	0.51	73.50												
~50% load	3.8	400.8 Y	50	2.0	0.57	0.37	974	0.39	68.30												
~25% load	1.9	401.4 Y	50	2.0	0.35	0.19	986	0.26	54.10												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]		Method		Measurement method													
Stator winding :		48.1		1		1 Resistance		2 Thermometer													
Frame :		26.7		2		3 Thermocouples															
Bearing D-end :		24.1		2																	
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/14/2014		Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China																					

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 100LA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA103510-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>1.5</td> <td>953</td> <td>4.1</td> <td>0.67</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	1.5	953	4.1	0.67	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	1.5	953	4.1	0.67	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-79.8(100%)-78.4(75%)-75.1(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 7.07759 Ω U ₁ - W ₁ 7.07556 Ω V ₁ - W ₁ 7.07252 Ω		Insulation resistance at 16.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.3	Y 50	3.2	0.21		998	0.09													
Locked rotor test		107.0	Y 50	4.0	0.41		0	0.56													
Thermal test (100% load)	15.0	400.9	Y 50	4.2	1.91	1.50	953	0.66	78.40												
Partial load points:																					
~75% load	11.2	399.4	Y 50	3.7	1.46	1.12	964	0.57	77.20												
~50% load	7.5	399.3	Y 50	3.3	1.02	0.75	977	0.44	73.70												
~25% load	3.8	402	Y 50	3.2	0.61	0.37	988	0.28	61.20												
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method															
Stator winding :		61.7		1		1 Resistance															
Frame :		37.1		2		2 Thermometer															
Bearing D-end :		31.2		2		3 Thermocouples															
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 112MA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA113310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>2.2</td> <td>955</td> <td>5.7</td> <td>0.68</td> <td>S1</td> </tr> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	2.2	955	5.7	0.68	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	2.2	955	5.7	0.68	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-81.8(100%)-80.4(75%)-77.4(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 4.21639 Ω U ₁ - W ₁ 4.21441 Ω V ₁ - W ₁ 4.22133 Ω		Insulation resistance at 23.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.4	Y 50	4.4	0.26		998	0.09													
Locked rotor test		100.1	Y 50	5.8	0.54		0	0.54													
Thermal test (100% load)	21.9	400.3	Y 50	6.0	2.72	2.20	956	0.66	80.70												
Partial load points:																					
~75% load	16.6	401	Y 50	5.3	2.08	1.65	965	0.57	79.20												
~50% load	10.9	401.2	Y 50	4.7	1.45	1.10	978	0.44	76.00												
~25% load	5.5	401.7	Y 50	4.4	0.85	0.55	989	0.28	64.50												
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method															
Stator winding :		60.2		1		1 Resistance															
Frame :		42.1		2		2 Thermometer															
Bearing D-end :		37.4		2		3 Thermocouples															
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/08																															
Customer:				Serial No.:																															
Customer ref.:				Type: M2BAX 132 MA6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA133310-ADCCN Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>380</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>4.0</td> <td>959</td> <td>0.74</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>4.0</td> <td>959</td> <td>0.74</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>4.0</td> <td>965</td> <td>0.70</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	380	D	50	4.0	959	0.74	S1	660	Y	50	4.0	959	0.74	S1	400	D	50	4.0	965	0.70	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
380	D	50	4.0	959	0.74	S1																													
660	Y	50	4.0	959	0.74	S1																													
400	D	50	4.0	965	0.70	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2-84.6(100%)-84.9(75%)-84.1(50%)																																	
Resistance		Ambient: 20.0 °C		Insulation resistance at 25.0 °C		Overload																													
Line		R > 2000 Mohm		1000 V		Voltage 130% 180s																													
U ₁ - V ₁		1.80371 Ω				Torque 160% 15s																													
U ₁ - W ₁		1.80469 Ω				Speed 120% 120s																													
V ₁ - W ₁		1.77201 Ω																																	
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		379.9 D	50	5.78	0.25		998	0.07																											
Locked rotor test		107.3 D	50	10.2	0.81		0	0.43																											
Thermal test (100% load)	40.0	380.6 D	50	10.0	4.75	4.00	959	0.73	84.20																										
Partial load points:																																			
~75% load	30.0	379.7 D	50	8.27	3.55	3.00	969	0.65	84.50																										
~50% load	20.0	379.9 D	50	6.92	2.39	2.00	980	0.53	83.70																										
~25% load	10.0	378.7 D	50	5.94	1.30	1.00	990	0.33	77.20																										
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																												
Stator winding :		62.5		1			1 Resistance																												
Frame :		31.9		2			2 Thermometer																												
Bearing D-end :		29.9		2			3 Thermocouples																												
Rotor :				2																															
Ambient Temperature :		25		2																															
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		7/8/2014																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/08																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 132 MA6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA133310-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>965</td> <td>9.75</td> <td>0.70</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	965	9.75	0.70	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	965	9.75	0.70	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-84.6(100%)-84.2(75%)-82.4(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 1.80371 Ω U ₁ - W ₁ 1.80469 Ω V ₁ - W ₁ 1.77220 Ω		Insulation resistance at 25.0 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.2 D	50	6.58	0.31		998	0.07													
Locked rotor test		108.4 D	50	10.2	0.80		0	0.42													
Thermal test (100% load)	40.0	401.3 D	50	10.0	4.73	4.00	965	0.68	84.50												
Partial load points:																					
~75% load	30.0	401.4 D	50	8.61	3.57	3.00	974	0.60	84.10												
~50% load	20.0	400.5 D	50	7.47	2.43	2.00	983	0.47	82.20												
~25% load	10.0	401.2 D	50	6.76	1.36	1.00	990	0.29	73.70												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		61.4		1			1 Resistance														
Frame :		31.2		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		31.5		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		7/8/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/15																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 132MB 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA133320-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>964</td> <td>13.6</td> <td>0.68</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	964	13.6	0.68	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	964	13.6	0.68	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-86.0(100%)-85.9(75%)-84.7(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 1.07890 Ω U ₁ - W ₁ 1.07663 Ω V ₁ - W ₁ 1.07643 Ω		Insulation resistance at 25.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.5 D	50	8.4	0.34		998	0.06													
Locked rotor test		117.6 D	50	12.5	0.90		0	0.36													
Thermal test (100% load)	54.2	399.4 D	50	14.0	6.42	5.50	964	0.66	85.60												
Partial load points:																					
~75% load	40.8	400.8 D	50	11.8	4.83	4.12	972	0.59	85.50												
~50% load	27.6	400.8 D	50	10.1	3.27	2.75	981	0.47	84.20												
~25% load	13.9	400.1 D	50	8.8	1.77	1.37	991	0.29	77.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		67.5		1			1 Resistance														
Frame :		47.1		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		43.9		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 132SA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA133110-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>3.0</td> <td>967</td> <td>8.0</td> <td>0.65</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	3.0	967	8.0	0.65	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	3.0	967	8.0	0.65	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-83.3(100%)-82.5(75%)-80.2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 2.43077 Ω U ₁ - W ₁ 2.42782 Ω V ₁ - W ₁ 2.42683 Ω		Insulation resistance at 25.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.7	Y 50	5.4	0.24		998	0.06													
Locked rotor test		118.1	Y 50	7.4	0.52		0	0.35													
Thermal test (100% load)	29.5	399.8	Y 50	8.1	3.56	3.00	967	0.63	84.20												
Partial load points:																					
~75% load	22.2	401.2	Y 50	7.1	2.70	2.25	975	0.55	83.40												
~50% load	14.8	401.4	Y 50	6.2	1.85	1.50	984	0.43	81.20												
~25% load	7.4	401.5	Y 50	5.6	1.03	0.75	991	0.27	72.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		54.3		1			1 Resistance														
Frame :		31.1		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		25.8		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/14/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/08/22																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLA6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA163410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>7.5</td> <td>974</td> <td>16.3</td> <td>0.76 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	7.5	974	16.3	0.76 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	7.5	974	16.3	0.76 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-87.2(100%)-87.5(75%)-87.0(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.79754 Ω U ₁ - W ₁ 0.79714 Ω V ₁ - W ₁ 0.79685 Ω		Insulation resistance at 26.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.9 D	50	8.7	0.32		998	0.05													
Locked rotor test		98.4 D	50	16.3	0.95		0	0.34													
Thermal test (100% load)	73.7	399.9 D	50	16.4	8.47	7.50	974	0.74	88.50												
Partial load points:																					
~75% load	55.3	400.3 D	50	13.5	6.34	5.62	980	0.68	88.80												
~50% load	36.9	401.6 D	50	11.1	4.25	3.75	987	0.55	88.30												
~25% load	18.3	400.4 D	50	9.3	2.25	1.87	993	0.35	83.30												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :				53.1	1		1 Resistance														
Frame :				30.9	2		2 Thermometer														
Bearing D-end :				29.6	2		3 Thermocouples														
Rotor :					2																
Ambient Temperature :		25			2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test 2014/08/22																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/08/22																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLB6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA163420-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>11</td> <td>971</td> <td>22.7</td> <td>0.79 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	11	971	22.7	0.79 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	11	971	22.7	0.79 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-88.7(100%)-89.4(75%)-89.8(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C		Insulation resistance at 26 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁		0.59480 Ω 0.59490 Ω 0.59490 Ω		High-voltage test winding 2400 V 60 s																	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min] cos φ η [%]														
No load test		400.6 D	50	10.6	0.35		998 0.05														
Locked rotor test		99 D	50	22.0	1.28		0 0.34														
Thermal test (100% load)	108.2	401.2 D	50	22.9	12.41	11.00	971 0.78 88.60														
Partial load points:																					
~75% load	81.1	400.4 D	50	18.3	9.24	8.25	977 0.73 89.30														
~50% load	54.9	400.5 D	50	14.5	6.13	5.50	985 0.61 89.70														
~25% load	27.2	401.3 D	50	11.6	3.18	2.75	993 0.40 86.40														
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method															
Stator winding :		66.7		1		1 Resistance															
Frame :		40.6		2		2 Thermometer															
Bearing D-end :		43.7		2		3 Thermocouples															
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test 2014/8/22																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 180MLA6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA183410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>15</td> <td>971</td> <td>31.3</td> <td>0.77 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	15	971	31.3	0.77 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	15	971	31.3	0.77 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-89.7(100%)-90.0(75%)-89.6(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.38339 Ω U ₁ - W ₁ 0.38389 Ω V ₁ - W ₁ 0.38369 Ω		Insulation resistance at 22.2 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.3 D	50	17.3	0.54		998	0.05													
Locked rotor test		88 D	50	31.8	1.77		0	0.36													
Thermal test (100% load)	146.9	401.2 D	50	32.0	16.77	15.00	971	0.76	89.50												
Partial load points:																					
~75% load	110.5	400.4 D	50	26.3	12.53	11.25	978	0.69	89.80												
~50% load	73.7	401.4 D	50	21.6	8.39	7.50	986	0.56	89.40												
~25% load	36.0	400.3 D	50	18.1	4.41	3.75	993	0.35	85.10												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		71.5		1			1 Resistance														
Frame :		45.8		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		45.3		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/25																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 200MLA6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA203410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>18.5</td> <td>978</td> <td>38.4</td> <td>0.77 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	18.5	978	38.4	0.77 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	18.5	978	38.4	0.77 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-90.4(100%)-90.7(75%)-90.0(50%)																			
Resistance		Ambient: 20.0 °C		Insulation resistance at 15.6 °C		Overload															
Line		U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁		R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		0.30770 Ω 0.30810 Ω 0.30800 Ω																			
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.7 D	50	19.8	0.64		998	0.05													
Locked rotor test		91 D	50	37.3	1.95		0	0.33													
Thermal test (100% load)	180.8	400.4 D	50	38.5	20.32	18.50	978	0.76	91.00												
Partial load points:																					
~75% load	136.4	400.8 D	50	31.4	15.22	13.87	984	0.70	91.20												
~50% load	90.1	400.8 D	50	25.4	10.21	9.25	990	0.58	90.60												
~25% load	44.9	400.7 D	50	21.2	5.37	4.62	995	0.37	86.10												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		58.9		1			1 Resistance														
Frame :		38.8		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		40.2		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/25																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23					
Customer:				Serial No.:					
				Type: M2BAX 200MLB6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA203420-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:					
Customer ref.:									
Rating:									
3~Motor		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
Insul.cl.F		400	D	50	22	978	44.8	0.78	S1
IP55									
Eff class IE2		50Hz : IE2-90.9(100%)-91.1(75%)-90.5(50%)							
Resistance		Insulation resistance at 15.9 °C				Overload			
Line		Ambient: 20.0 °C				Voltage 130% 180s			
U ₁ - V ₁		0.25073 Ω				Torque 160% 15s			
U ₁ - W ₁		0.25063 Ω				Speed 120% 120s			
V ₁ - W ₁		0.25073 Ω							
		High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		401.8 D	50	23.5	0.73		998	0.04	
Locked rotor test		91.3 D	50	44.3	2.33		0	0.33	
Thermal test (100% load)	215.3	400.1 D	50	45.6	24.14	22.00	978	0.76	91.10
Partial load points:									
~75% load	160.7	399.9 D	50	37.2	18.08	16.50	983	0.70	91.30
~50% load	108.2	400.6 D	50	30.1	12.12	11.00	989	0.58	90.70
~25% load	54.1	400.5 D	50	25.0	6.35	5.50	994	0.37	86.60
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :		66.4		1	1 Resistance		2 Thermometer		
Frame :		46.1		2	3 Thermocouples				
Bearing D-end :		48.5		2					
Rotor :				2					
Ambient Temperature :		25		2					
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23		Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China									

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 225SMA6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA223210-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>987</td> <td>59.8</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	30	987	59.8	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	30	987	59.8	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class IE2		50Hz : IE2-91.7(100%)-91.5(75%)-90.5(50%)																			
Resistance		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.16673 Ω U ₁ - W ₁ 0.16603 Ω V ₁ - W ₁ 0.16613 Ω				Insulation resistance at 23.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V															
Line						Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
						High-voltage test winding 2400 V 60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.6 D	50	29.3	1.12		998	0.06													
Locked rotor test		81.9 D	50	59.9	3.06		0	0.36													
Thermal test (100% load)	290.0	400.9 D	50	60.6	32.74	30.00	987	0.78	91.60												
Partial load points:																					
~75% load	216.4	400.2 D	50	49.4	24.61	22.50	990	0.72	91.40												
~50% load	144.8	400.1 D	50	39.8	16.58	15.00	994	0.60	90.40												
~25% load	73.8	400.7 D	50	32.5	8.77	7.50	997	0.39	85.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		69.4		1			1 Resistance														
Frame :		49.7		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		54.5		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 250SMA 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA253210-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>37</td> <td>986</td> <td>71.5</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	37	986	71.5	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	37	986	71.5	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-92.2(100%)-92.5(75%)-91.9(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.11899 Ω U ₁ - W ₁ 0.11900 Ω V ₁ - W ₁ 0.11896 Ω		Insulation resistance at 20.7 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.3 D	50	31.0	1.04		998	0.05													
Locked rotor test		89.2 D	50	73.1	3.87		0	0.34													
Thermal test (100% load)	358.4	400.7 D	50	71.9	40.03	37.00	986	0.80	92.40												
Partial load points:																					
~75% load	269.4	399.5 D	50	57.3	29.98	27.75	990	0.75	92.60												
~50% load	180.3	397.8 D	50	44.4	20.09	18.50	992	0.65	92.10												
~25% load	91.1	401.8 D	50	35.1	10.45	9.25	997	0.43	88.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		69.1		1			1 Resistance														
Frame :		39.1		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		48.8		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.

IE2 4 polos



Type Test Report				Date of issue: 2011.10.28																																
Customer: Customer ref.:				Serial No.: 107842001010A																																
				Type: M2BA 315SMB 4 IMB3/IM1001																																
				Product Code: 3GBA312220-ADL																																
				Protection type: IP 55																																
Cert. No.:																																				
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>132,0</td><td>1487</td><td>233</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>132,0</td><td>1487</td><td>135</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>132,0</td><td>1488</td><td>227</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	132,0	1487	233	0,86	S1	690	Y 50	132,0	1487	135	0,86	S1	415	D 50	132,0	1488	227	0,85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																														
400	D 50	132,0	1487	233	0,86	S1																														
690	Y 50	132,0	1487	135	0,86	S1																														
415	D 50	132,0	1488	227	0,85	S1																														
3~Motor																																				
Insul.cl.F																																				
IP55																																				
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,0(100%) - 95,0(75%) - 94,3(50%)																																		
Resistance Line				Ambient: 23,0 °C		Insulation resistance at 23 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Current 150 % 120s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																												
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				0,01758 Ω 0,01754 Ω 0,01759 Ω		High-voltage test winding 2400 V		60 s																												
Test		Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test			400,6 D	50	78,2	3,02		1500	0,06																											
Locked rotor test			71,9 D	50	231,7	8,89		0	0,31																											
Thermal test (100% load)		848,8	400 D	50	235,7	139,48	132,00	1485	0,85	94,60																										
Partial load points:																																				
~75% load		635,3	400 D	50	183,3	104,67	99,00	1488	0,82	94,60																										
~50% load		422,4	400 D	50	136,0	70,22	66,00	1492	0,75	94,00																										
~25% load		210,8	400 D	50	97,8	36,38	33,00	1495	0,54	90,70																										
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																												
Stator winding :				58,8	1			1 Resistance																												
Frame :				24,9	2			2 Thermometer																												
Bearing D-end :				53,2	2			3 Thermocouples																												
Rotor :					2																															
Ambient Temperature :				25	2																															
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																				
On behalf of customer																																				
On behalf of manufacturer																																				
Date of test 28.10.2011																																				
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China																																				
Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																																				

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.12.04																																
Customer: Customer ref.:				Serial No.: 75021426006001A																																
				Type: M2BA 315SMC 4 IMB3/IM1001																																
				Product Code: 3GBA312230-ADL																																
				Protection type: IP 55																																
				Cert. No.:																																
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>160,0</td><td>1487</td><td>285</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>160,0</td><td>1487</td><td>165</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>160,0</td><td>1488</td><td>278</td><td>0,84</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	160,0	1487	285	0,85	S1	690	Y 50	160,0	1487	165	0,85	S1	415	D 50	160,0	1488	278	0,84	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																														
400	D 50	160,0	1487	285	0,85	S1																														
690	Y 50	160,0	1487	165	0,85	S1																														
415	D 50	160,0	1488	278	0,84	S1																														
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,2(100%) - 95,3(75%) - 94,6(50%)																																		
Resistance Line		Ambient: 18,8 °C		Insulation resistance at 18,8 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Current 150 % 120s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																														
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁		0,01341 Ω 0,01340 Ω 0,01340 Ω		High-voltage test winding 2400 V 60 s																																
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																											
No load test		400,7 D	50	103,4	3,33		1500	0,05																												
Locked rotor test		71,5 D	50	286,9	11,06		0	0,31																												
Thermal test (100% load)	1026,8	401,8 D	50	288,2	167,91	160,00	1488	0,84	95,30																											
Partial load points:																																				
~75% load	768,6	400,9 D	50	226,2	126,04	120,00	1491	0,80	95,20																											
~50% load	511,0	399,8 D	50	169,8	84,51	80,00	1495	0,72	94,70																											
~25% load	255,0	400,1 D	50	124,8	43,65	40,00	1498	0,50	91,60																											
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																													
Stator winding :		62,4		1	1 Resistance																															
Frame :		26,6		2	2 Thermometer																															
Bearing D-end :		41		2	3 Thermocouples																															
Rotor :				2																																
Ambient Temperature :		25		2																																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																				
On behalf of customer																																				
On behalf of manufacturer Date of test 4.12.2010																																				
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																														

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.11.13							
				Serial No.: 107400001001							
Customer:				Type: M2BA 355SMA 4 IMB3/IM1001							
				Product Code: 3GBA352210-ADL							
				Protection type: IP55							
Customer ref.:				Cert. No.:							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				400	D	50	250,0	1488	445	0,85	S1
Insul.cl.F				690	Y	50	250,0	1488	258	0,85	S1
IP55				415	D	50	250,0	1489	434	0,84	S1
Eff class IE2				50Hz : IE2 - 95,2(100%) - 95,2(75%) - 94,4(50%)							
Resistance				Insulation resistance at 21,2 °C				Overload			
Line				R > 2000 Mohm 1000 V				Voltage 130 % 180s			
U ₁ - V ₁				0,00662 Ω				Torque 160 % 15s			
U ₁ - W ₁				0,00663 Ω				Speed 120 % 120s			
V ₁ - W ₁				0,00662 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,5 D	50	142,0	5,065		1500	0,0515			
Locked rotor test		77,7 D	50	446,2	16,68		0	0,2777			
Thermal test (100% load)	1606,5	400 D	50	446,5	262,17	250,00	1486	0,85	95,40		
Partial load points:											
~75% load	1202,5	400 D	50	345,0	196,69	187,50	1489	0,82	95,30		
~50% load	799,0	400 D	50	253,9	131,86	125,00	1494	0,75	94,80		
~25% load	398,7	400 D	50	179,8	68,05	62,50	1497	0,55	91,80		
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method			
Stator winding :				74,7	1			1 Resistance			
Frame :				31	2			2 Thermometer			
Bearing D-end :				53,2	2			3 Thermocouples			
Rotor :					2						
Ambient Temperature :				25	2						
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.											
PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer											
Date of test 13.11.2011											
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China											
Telephone +86 21 54723133											
Telefax +86 21 54725009											

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2012.01.10																																
Customer: Customer ref.:				Serial No.: 7845001005A																																
				Type: M2BA 355SMB 4 IMB3/IM1001																																
				Product Code: 3GBA352220-ADL																																
				Protection type: IP55 Cert. No.:																																
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>315,0</td><td>1488</td><td>560</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>315,0</td><td>1488</td><td>325</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>315,0</td><td>1489</td><td>546</td><td>0,84</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	315,0	1488	560	0,85	S1	690	Y 50	315,0	1488	325	0,85	S1	415	D 50	315,0	1489	546	0,84	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																														
400	D 50	315,0	1488	560	0,85	S1																														
690	Y 50	315,0	1488	325	0,85	S1																														
415	D 50	315,0	1489	546	0,84	S1																														
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,5(100%) - 95,5(75%) - 94,8(50%)																																		
Resistance Line				Ambient: 11,0 °C		Insulation resistance at 11 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																												
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				0,00463 Ω 0,00460 Ω 0,00462 Ω		High-voltage test winding 2400 V		60 s																												
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																											
No load test		400 D	50	176,8	5,7		1500	0,05																												
Locked rotor test		73,9 D	50	553,2	20,12		0	0,284																												
Thermal test (100% load)	2022,9	400 D	50	557,9	329,29	315,00	1487	0,85	95,70																											
Partial load points:																																				
~75% load	1514,1	400 D	50	431,5	246,85	236,25	1490	0,83	95,70																											
~50% load	1006,7	400 D	50	318,4	165,38	157,50	1494	0,75	95,20																											
~25% load	502,3	400 D	50	224,3	85,01	78,75	1497	0,55	92,60																											
Temperature rise at rated load.				[°C] [K]		Method		Measurement method																												
Stator winding :				77,8		1		1 Resistance																												
Frame :				29,9		2		2 Thermometer																												
Bearing D-end :				42,1		2		3 Thermocouples																												
Rotor :						2																														
Ambient Temperature :				25		2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																				
On behalf of customer																																				
On behalf of manufacturer Date of test 10.1.2012																																				
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																														

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.12.24																																			
Customer:				Serial No.: 75021426010001A																																			
Customer ref.:				Type: M2BA 355SMC 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA352230-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																																			
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D</td><td>50</td><td>355,0</td><td>1487</td><td>623</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y</td><td>50</td><td>355,0</td><td>1487</td><td>361</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D</td><td>50</td><td>355,0</td><td>1488</td><td>607</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	355,0	1487	623	0,86	S1	690	Y	50	355,0	1487	361	0,86	S1	415	D	50	355,0	1488	607	0,85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																	
400	D	50	355,0	1487	623	0,86	S1																																
690	Y	50	355,0	1487	361	0,86	S1																																
415	D	50	355,0	1488	607	0,85	S1																																
3~Motor																																							
Insul.cl.F																																							
IP55																																							
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,5(100%) - 95,7(75%) - 95,2(50%)																																					
Resistance		Ambient: 16,0 °C		Insulation resistance at 16 °C		Overload																																	
Line		R > 2000 Mohm		1000 V		Voltage 130 % 180s																																	
U ₁ - V ₁		0,00435 Ω				Torque 160 % 15s																																	
U ₁ - W ₁		0,00435 Ω				Speed 120 % 120s																																	
V ₁ - W ₁		0,00434 Ω																																					
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																																	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																														
No load test		400,1 D	50	178,9	5,332		1500	0,04																															
Locked rotor test		72,8 D	50	616,7	22,34		0	0,29																															
Thermal test (100% load)	2281,3	399,4 D	50	618,1	369,15	355,00	1486	0,86	96,20																														
Partial load points:																																							
~75% load	1707,5	400,6 D	50	474,0	276,65	266,25	1489	0,84	96,20																														
~50% load	1134,5	400,9 D	50	343,7	185,02	177,50	1494	0,78	95,90																														
~25% load	565,8	400,5 D	50	234,7	94,59	88,75	1498	0,58	93,80																														
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																																
Stator winding :		71,3		1			1 Resistance																																
Frame :		35		2			2 Thermometer																																
Bearing D-end :		20,3		2			3 Thermocouples																																
Rotor :				2																																			
Ambient Temperature :		25		2																																			
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																							
On behalf of customer																																							
On behalf of manufacturer Date of test 24.12.2010																																							
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																																	

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 71MA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA072310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.25</td> <td>1415</td> <td>0.7</td> <td>0.78</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.25	1415	0.7	0.78	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.25	1415	0.7	0.78	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class		50Hz : 67,0(100%)-63,1(75%)-56,6(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 77.75410 Ω U ₁ - W ₁ 77.67632 Ω V ₁ - W ₁ 77.79299 Ω		Insulation resistance at 25.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.0	Y 50	0.7	0.09		1498	0.20													
Locked rotor test		99.2	Y 50	0.7	0.10		0	0.86													
Thermal test (100% load)	1.7	400.6	Y 50	0.8	0.38	0.25	1415	0.72	65.80												
Partial load points:																					
~75% load	1.3	400.8	Y 50	0.7	0.30	0.19	1435	0.63	61.70												
~50% load	0.9	399.8	Y 50	0.7	0.23	0.12	1458	0.50	55.00												
~25% load	0.4	401.1	Y 50	0.7	0.16	0.06	1478	0.36	38.90												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		47.3		1			1 Resistance														
Frame :		26.7		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		20		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 71MB 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA072320-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.37</td> <td>1407</td> <td>1.0</td> <td>0.77</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.37	1407	1.0	0.77	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.37	1407	1.0	0.77	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class		50Hz : 69,5(100%)-67,2(75%)-62,2(50%)																			
Resistance				Insulation resistance at 24.3 °C		Overload															
Line				R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130% 180s															
U ₁ - V ₁				Ambient: 20.0 °C		Torque 160% 15s															
50.82679 Ω						Speed 120% 120s															
U ₁ - W ₁				50.80754 Ω																	
V ₁ - W ₁				50.83641 Ω																	
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.1	Y 50	0.8	0.10		1498	0.18													
Locked rotor test		99.7	Y 50	1.0	0.14		0	0.84													
Thermal test (100% load)	2.5	400.0	Y 50	1.1	0.55	0.37	1407	0.76	67.50												
Partial load points:																					
~75% load	1.9	398.9	Y 50	0.9	0.43	0.28	1428	0.67	65.00												
~50% load	1.3	401.1	Y 50	0.9	0.31	0.19	1455	0.53	59.70												
~25% load	0.6	400.5	Y 50	0.8	0.21	0.09	1476	0.36	44.90												
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method														
Stator winding :				58.8	1		1 Resistance														
Frame :				36.3	2		2 Thermometer														
Bearing D-end :				28.3	2		3 Thermocouples														
Rotor :					2																
Ambient Temperature :				25	2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test 5/13/2014																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 80MA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA082310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.55</td> <td>1413</td> <td>1.4</td> <td>0.76</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.55	1413	1.4	0.76	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.55	1413	1.4	0.76	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class		50Hz : 73,5(100%)-72,0(75%)-67,8(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 27.82540 Ω U ₁ - W ₁ 27.81547 Ω V ₁ - W ₁ 27.82540 Ω		Insulation resistance at 21.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.6	Y 50	1.2	0.11		1498	0.15													
Locked rotor test		88.2	Y 50	1.4	0.16		0	0.77													
Thermal test (100% load)	3.7	400.6	Y 50	1.5	0.76	0.55	1413	0.74	72.00												
Partial load points:																					
~75% load	2.8	400.5	Y 50	1.3	0.59	0.41	1433	0.65	70.40												
~50% load	1.8	402.9	Y 50	1.2	0.42	0.28	1458	0.51	66.00												
~25% load	0.9	400.6	Y 50	1.1	0.26	0.14	1479	0.34	52.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		55.0		1			1 Resistance														
Frame :		26.6		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		22.4		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 80MB 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA082320-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.75</td> <td>1462</td> <td>1.9</td> <td>0.71</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.75	1462	1.9	0.71	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.75	1462	1.9	0.71	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-79,6(100%)-77,1(75%)-73,2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 12.39482 Ω U ₁ - W ₁ 12.37154 Ω V ₁ - W ₁ 12.36446 Ω		Insulation resistance at 16.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.6	Y 50	1.5	0.11		1498	0.11													
Locked rotor test		69.0	Y 50	1.8	0.15		0	0.68													
Thermal test (100% load)	5.0	400.0	Y 50	2.0	0.94	0.75	1462	0.69	79.60												
Partial load points:																					
~75% load	3.7	400.7	Y 50	1.8	0.73	0.56	1461	0.60	77.10												
~50% load	2.5	399.7	Y 50	1.6	0.51	0.37	1478	0.47	73.20												
~25% load	1.2	400.4	Y 50	1.5	0.31	0.19	1489	0.30	60.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :				44.0	1		1 Resistance														
Frame :				28.4	2		2 Thermometer														
Bearing D-end :				29.4	2		3 Thermocouples														
Rotor :					2																
Ambient Temperature :		25			2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 90LA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA092510-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>1.5</td> <td>1441</td> <td>3.5</td> <td>0.74</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	1.5	1441	3.5	0.74	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	1.5	1441	3.5	0.74	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-82,8(100%)-81,6(75%)-78,4(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 6.38316 Ω U ₁ - W ₁ 6.37602 Ω V ₁ - W ₁ 6.38112 Ω		Insulation resistance at 17.6 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.2	Y 50	2.5	0.16		1498	0.09													
Locked rotor test		70.0	Y 50	3.4	0.28		0	0.67													
Thermal test (100% load)	10.0	400.2	Y 50	3.6	1.81	1.50	1441	0.73	82.70												
Partial load points:																					
~75% load	7.6	399.4	Y 50	3.1	1.38	1.12	1454	0.64	81.50												
~50% load	5.0	400.1	Y 50	2.8	0.96	0.75	1468	0.50	78.30												
~25% load	2.5	399.8	Y 50	2.5	0.55	0.37	1484	0.32	67.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		52.6		1			1 Resistance														
Frame :		28.6		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		28.4		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 90SA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA092110-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>1.1</td> <td>1447</td> <td>2.7</td> <td>0.73</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	1.1	1447	2.7	0.73	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	1.1	1447	2.7	0.73	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class IE2		50Hz : IE2-81,4(100%)-79,5(75%)-75,7(50%)																			
Resistance		Insulation resistance at 17.2 °C				Overload															
Line		R > 2000 Mohm 1000 V				Voltage 130% 180s															
U ₁ - V ₁		Ambient: 20.0 °C				Torque 160% 15s															
U ₁ - W ₁		8.64161 Ω				Speed 120% 120s															
V ₁ - W ₁		8.64566 Ω																			
		8.65377 Ω																			
		High-voltage test winding 2400 V				60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.3	Y 50	2.0	0.14		1498	0.10													
Locked rotor test		70.0	Y 50	2.6	0.21		0	0.66													
Thermal test (100% load)	7.3	399.1	Y 50	2.7	1.35	1.10	1447	0.71	81.50												
Partial load points:																					
~75% load	5.5	400.2	Y 50	2.4	1.04	0.83	1455	0.62	79.60												
~50% load	3.7	400.7	Y 50	2.2	0.73	0.55	1471	0.48	75.80												
~25% load	1.8	401.7	Y 50	2.0	0.43	0.28	1485	0.31	63.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :				44.2	1		1 Resistance														
Frame :				27.6	2		2 Thermometer														
Bearing D-end :				23.4	2		3 Thermocouples														
Rotor :					2																
Ambient Temperature :		25			2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 100LA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA102510-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>2.2</td> <td>1445</td> <td>4.8</td> <td>0.78</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	2.2	1445	4.8	0.78	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	2.2	1445	4.8	0.78	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-84.3(100%)-83.4(75%)-81.2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 4.27937 Ω U ₁ - W ₁ 4.28234 Ω V ₁ - W ₁ 4.28333 Ω		Insulation resistance at 23.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.1	Y 50	3.1	0.21		1498	0.10													
Locked rotor test		72.9	Y 50	4.6	0.34		0	0.58													
Thermal test (100% load)	14.5	400.4	Y 50	4.9	2.63	2.20	1445	0.77	83.50												
Partial load points:																					
~75% load	10.9	400.9	Y 50	4.2	2.00	1.65	1457	0.69	82.60												
~50% load	7.3	399.9	Y 50	3.6	1.37	1.10	1472	0.56	80.20												
~25% load	3.6	401.2	Y 50	3.2	0.78	0.55	1485	0.35	70.40												
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method															
Stator winding :		52.5		1		1 Resistance															
Frame :		26.3		2		2 Thermometer															
Bearing D-end :		23.1		2		3 Thermocouples															
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test 5/13/2014																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 100LB 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA102520-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>3.0</td> <td>1443</td> <td>6.4</td> <td>0.79</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	3.0	1443	6.4	0.79	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	3.0	1443	6.4	0.79	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-85.5(100%)-85.0(75%)-82.9(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 2.68222 Ω U ₁ - W ₁ 2.68421 Ω V ₁ - W ₁ 2.68520 Ω		Insulation resistance at 23.6 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401	Y 50	4.0	0.26		1498	0.09													
Locked rotor test		71.6	Y 50	6.4	0.44		0	0.55													
Thermal test (100% load)	19.8	401.4	Y 50	6.6	3.55	3.00	1443	0.78	84.50												
Partial load points:																					
~75% load	14.7	400.1	Y 50	5.5	2.68	2.25	1456	0.70	83.90												
~50% load	9.9	399.4	Y 50	4.7	1.84	1.50	1471	0.57	81.70												
~25% load	5.0	399.2	Y 50	4.1	1.03	0.75	1486	0.36	72.70												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		56.6		1			1 Resistance														
Frame :		39.3		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		32.7		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/13																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 112MA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA112310-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>1442</td> <td>8.4</td> <td>0.79</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	1442	8.4	0.79	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	1442	8.4	0.79	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class IE2		50Hz : IE2-86.6(100%)-86.2(75%)-84.6(50%)																			
Resistance		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 1.85785 Ω U ₁ - W ₁ 1.85684 Ω V ₁ - W ₁ 1.85482 Ω				Insulation resistance at 14.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V															
Line						Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding				2400 V 60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.3	D 50	5.1	0.28		1498	0.08													
Locked rotor test		73.8	D 50	8.7	0.61		0	0.54													
Thermal test (100% load)	26.5	401.3	D 50	8.6	4.66	4.00	1442	0.78	85.90												
Partial load points:																					
~75% load	19.9	401.2	D 50	7.2	3.51	3.00	1455	0.70	85.50												
~50% load	13.3	399.2	D 50	6.0	2.39	2.00	1470	0.57	83.80												
~25% load	6.6	401.5	D 50	5.4	1.32	1.00	1485	0.36	75.70												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :				66.9	1		1 Resistance														
Frame :				32.6	2		2 Thermometer														
Bearing D-end :				42.7	2		3 Thermocouples														
Rotor :					2																
Ambient Temperature :		25			2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 132MA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA132310-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>7.5</td> <td>1457</td> <td>15.6</td> <td>0.78 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	7.5	1457	15.6	0.78 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	7.5	1457	15.6	0.78 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-88.7(100%)-88.6(75%)-87.5(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.92008 Ω U ₁ - W ₁ 0.92008 Ω V ₁ - W ₁ 0.92047 Ω		Insulation resistance at 29.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		402.3 D	50	8.8	0.39		1498	0.06													
Locked rotor test		86.5 D	50	15.3	0.91		0	0.40													
Thermal test (100% load)	49.1	399.3 D	50	16.0	8.50	7.50	1457	0.77	88.20												
Partial load points:																					
~75% load	37.0	398.9 D	50	13.2	6.39	5.62	1468	0.70	88.10												
~50% load	24.7	399.9 D	50	10.8	4.32	3.75	1479	0.57	86.90												
~25% load	12.3	399.9 D	50	9.2	2.33	1.87	1489	0.36	80.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		67.3		1			1 Resistance														
Frame :		27.2		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		33.8		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/14/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 132SA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA132110-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>1457</td> <td>11.6</td> <td>0.78</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	1457	11.6	0.78	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	1457	11.6	0.78	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class IE2		50Hz : IE2-87.7(100%)-87.5(75%)-86.2(50%)																			
Resistance		Ambient: 20.0 °C Line U ₁ - V ₁ 1.29807 Ω U ₁ - W ₁ 1.29797 Ω V ₁ - W ₁ 1.29837 Ω				Insulation resistance at 25.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V															
						Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V				60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.1 D	50	6.1	0.31		1498	0.07													
Locked rotor test		88 D	50	11.1	0.67		0	0.39													
Thermal test (100% load)	36.0	399.8 D	50	11.7	6.27	5.50	1457	0.77	87.70												
Partial load points:																					
~75% load	27.0	402.3 D	50	9.6	4.71	4.12	1467	0.71	87.50												
~50% load	18.1	400.3 D	50	7.9	3.19	2.75	1479	0.59	86.20												
~25% load	8.9	400.5 D	50	6.6	1.73	1.37	1490	0.38	79.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		53.4		1			1 Resistance														
Frame :		28.5		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		25.9		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLA4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA162410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>11</td> <td>1466</td> <td>22.4</td> <td>0.79 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	11	1466	22.4	0.79 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	11	1466	22.4	0.79 S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class IE2		50Hz : IE2-89.8(100%)-89.9(75%)-89.2(50%)																			
Resistance		Insulation resistance at 15.3 °C				Overload															
Line		Ambient: 20.0 °C				Voltage 130% 180s															
U ₁ - V ₁		0.561612 Ω				Torque 160% 15s															
U ₁ - W ₁		0.56151 Ω				Speed 120% 120s															
V ₁ - W ₁		0.56222 Ω																			
		High-voltage test winding 2400 V				60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.1 D	50	11.3	0.47		1498	0.06													
Locked rotor test		85 D	50	22.0	1.41		0	0.44													
Thermal test (100% load)	71.5	400.7 D	50	22.8	12.30	11.00	1466	0.78	89.40												
Partial load points:																					
~75% load	54.5	401.3 D	50	18.5	9.22	8.25	1474	0.72	89.50												
~50% load	35.5	400.9 D	50	14.9	6.19	5.50	1484	0.60	88.80												
~25% load	18.6	400.2 D	50	12.3	3.30	2.75	1491	0.39	83.40												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		67.3		1	1 Resistance																
Frame :		29.3		2	2 Thermometer																
Bearing D-end :		33.8		2	3 Thermocouples																
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLB4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA162420-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>15</td> <td>1468</td> <td>29.1</td> <td>0.82 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	15	1468	29.1	0.82 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	15	1468	29.1	0.82 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-90.6(100%)-91.1(75%)-90.5(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.37600 Ω U ₁ - W ₁ 0.37559 Ω V ₁ - W ₁ 0.37559 Ω		Insulation resistance at 14.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		398.8 D	50	13.8	0.52		1498	0.05													
Locked rotor test		75.4 D	50	28.4	1.43		0	0.38													
Thermal test (100% load)	97.7	401.3 D	50	29.5	16.51	15.00	1468	0.81	90.80												
Partial load points:																					
~75% load	73.6	400.5 D	50	23.8	12.33	11.25	1477	0.75	91.30												
~50% load	48.4	399.4 D	50	18.8	8.27	7.50	1484	0.64	90.70												
~25% load	24.1	399.8 D	50	15.1	4.35	3.75	1492	0.41	86.30												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		73.6		1			1 Resistance														
Frame :		37.6		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		50.2		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 180MLA4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA182410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>1470</td> <td>36.6</td> <td>0.80</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	1470	36.6	0.80	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	1470	36.6	0.80	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-91.2(100%)-91.5(75%)-90.6(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.25245 Ω U ₁ - W ₁ 0.25204 Ω V ₁ - W ₁ 0.25286 Ω		Insulation resistance at 14.8 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.1 D	50	19.1	0.63		1498	0.05													
Locked rotor test		70.4 D	50	35.3	1.60		0	0.37													
Thermal test (100% load)	120.4	401.6 D	50	36.9	20.13	18.50	1471	0.79	91.90												
Partial load points:																					
~75% load	90.7	402.5 D	50	30.3	15.07	13.87	1479	0.72	92.10												
~50% load	60.4	401 D	50	24.5	10.13	9.25	1487	0.60	91.30												
~25% load	30.3	400.7 D	50	20.3	5.33	4.62	1493	0.38	86.70												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		58.9		1			1 Resistance														
Frame :		32.4		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		39.4		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 180MLB4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA182420-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>22</td> <td>1472</td> <td>44.4</td> <td>0.78 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	22	1472	44.4	0.78 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	22	1472	44.4	0.78 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-91.6(100%)-91.3(75%)-90.2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.18822 Ω U ₁ - W ₁ 0.18802 Ω V ₁ - W ₁ 0.18832 Ω		Insulation resistance at 13.2 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
				High-voltage test winding 2400 V		60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.7 D	50	24.5	0.83		1498	0.05													
Locked rotor test		75.6 D	50	48.1	2.38		0	0.38													
Thermal test (100% load)	143.0	401.3 D	50	45.0	23.94	22.00	1472	0.77	91.90												
Partial load points:																					
~75% load	108.2	400.7 D	50	37.2	18.01	16.50	1479	0.70	91.60												
~50% load	71.6	400.8 D	50	30.7	12.16	11.00	1485	0.57	90.50												
~25% load	35.2	400.4 D	50	25.9	6.44	5.50	1492	0.36	85.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		68.3		1			1 Resistance														
Frame :		34.7		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		47		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23					
Customer:				Serial No.:					
Customer ref.:				Type: M2BAX 200MLA4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA202410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:					
Rating:		V Hz kW r/min A cos φ Duty							
3~Motor		400 D 50 30 1476 57.9 0.81 S1							
Insul.cl.F									
IP55									
Eff class IE2		50Hz : IE2-92.3(100%)-92.4(75%)-92.0(50%)							
Resistance		Insulation resistance at 23.2 °C				Overload			
Line		R > 2000 Mohm 1000 V				Voltage 130% 180s			
U ₁ - V ₁		Ambient: 20.0 °C				Torque 160% 15s			
U ₁ - W ₁		0.13986 Ω				Speed 120% 120s			
V ₁ - W ₁		0.13954 Ω							
		0.13950 Ω							
		High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400.1 D	50	24.7	0.85		1498	0.05	
Locked rotor test		92.9 D	50	61.7	3.56		0	0.36	
Thermal test (100% load)	193.6	400.3 D	50	58.4	32.54	30.00	1476	0.81	92.20
Partial load points:									
~75% load	145.1	399.9 D	50	46.2	24.38	22.50	1480	0.76	92.30
~50% load	97.4	401.6 D	50	35.7	16.31	15.00	1488	0.66	91.90
~25% load	50.4	399.9 D	50	27.4	8.48	7.50	1495	0.45	88.40
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method			
Stator winding :		72.6		1		1 Resistance			
Frame :		37.5		2		2 Thermometer			
Bearing D-end :		51		2		3 Thermocouples			
Rotor :				2					
Ambient Temperature :		25		2					
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23		Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China									

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23					
Customer:				Serial No.:					
Customer ref.:				Type: M2BAX 225SMA4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA222210-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:					
Rating:									
3~Motor		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
Insul.cl.F		400	D	50	37	1479	70.3	0.82	S1
IP55									
Eff class IE2		50Hz : IE2-92.7(100%)-92.7(75%)-92.2(50%)							
Resistance		Insulation resistance at 20.4 °C				Overload			
Line		R > 2000 Mohm 1000 V				Voltage 130% 180s			
U ₁ - V ₁		Ambient: 20.0 °C				Torque 160% 15s			
U ₁ - W ₁		0.11555 Ω				Speed 120% 120s			
V ₁ - W ₁		0.11554 Ω							
		0.11558 Ω							
		High-voltage test winding				2400 V 60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		399.8 D	50	29.1	0.98		1498	0.05	
Locked rotor test		80.9 D	50	69.7	3.63		0	0.37	
Thermal test (100% load)	238.9	400.7 D	50	70.6	39.82	37.00	1479	0.82	92.90
Partial load points:									
~75% load	180.3	400.7 D	50	56.2	29.86	27.75	1484	0.77	92.90
~50% load	120.5	400.1 D	50	43.5	19.99	18.50	1490	0.66	92.50
~25% load	60.4	399.8 D	50	33.7	10.39	9.25	1495	0.45	89.10
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :				73.6	1		1 Resistance		
Frame :				36.6	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				47.2	2		3 Thermocouples		
Rotor :					2				
Ambient Temperature :		25			2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer Date of test 2014/07/23									
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009			

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23					
Customer:				Serial No.:					
				Type: M2BAX 225SMB4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA222220-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:					
Customer ref.:									
Rating:									
3~Motor		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
Insul.cl.F		400	D	50	45	1481	86.1	0.81	S1
IP55									
Eff class IE2		50Hz : IE2-93.1(100%)-93.0(75%)-92.3(50%)							
Resistance		Ambient: 20.0 °C				Insulation resistance at 20 °C		Overload	
Line		R > 2000 Mohm				1000 V		Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s	
U ₁ - V ₁		0.07549 Ω							
U ₁ - W ₁		0.07551 Ω							
V ₁ - W ₁		0.07550 Ω							
		High-voltage test winding				2400 V		60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400.5 D	50	39.5	1.22		1498	0.04	
Locked rotor test		75.9 D	50	86.5	3.98		0	0.35	
Thermal test (100% load)	290.4	400.9 D	50	86.9	48.10	45.00	1481	0.80	93.60
Partial load points:									
~75% load	217.3	400.7 D	50	70.1	36.09	33.75	1486	0.74	93.50
~50% load	146.6	402.1 D	50	55.9	24.24	22.50	1491	0.63	92.80
~25% load	71.9	401.5 D	50	44.5	12.63	11.25	1496	0.41	89.10
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :		70.1		1			1 Resistance		
Frame :		39.2		2			2 Thermometer		
Bearing D-end :		51.1		2			3 Thermocouples		
Rotor :				2					
Ambient Temperature :		25		2					
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23					
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009			

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 250SMA 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA252210-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>55</td> <td>1480</td> <td>102.0</td> <td>0.83</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	55	1480	102.0	0.83	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	55	1480	102.0	0.83	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-93.5(100%)-93.4(75%)-92.7.(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.06110 Ω U ₁ - W ₁ 0.06111 Ω V ₁ - W ₁ 0.06108 Ω		Insulation resistance at 19.4 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.1 D	50	45.4	1.73		1498	0.06													
Locked rotor test		72.9 D	50	104.6	4.99		0	0.38													
Thermal test (100% load)	355.4	401.1 D	50	104.1	59.12	55.00	1480	0.82	93.00												
Partial load points:																					
~75% load	266.5	400.4 D	50	83.1	44.40	41.25	1484	0.77	92.90												
~50% load	177.2	400.4 D	50	64.6	29.87	27.50	1490	0.67	92.10												
~25% load	89.5	401.2 D	50	50.8	15.67	13.75	1496	0.45	87.70												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		69.8		1			1 Resistance														
Frame :		30.8		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		43		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report					Date of issue: 2011.09.23																																
Customer:					Serial No.: 107841001001A																																
Customer ref.:					Type: M2BA 280SMB 4 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA282220-ADL Protection type: IP 55 Cert. No.:																																
Rating:					<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>90,0</td> <td>1483</td> <td>160</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>90,0</td> <td>1483</td> <td>93</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>90,0</td> <td>1485</td> <td>156</td> <td>0,85</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>					V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	90,0	1483	160	0,86	S1	690	Y 50	90,0	1483	93	0,86	S1	415	D 50	90,0	1485	156	0,85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																															
400	D 50	90,0	1483	160	0,86	S1																															
690	Y 50	90,0	1483	93	0,86	S1																															
415	D 50	90,0	1485	156	0,85	S1																															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2					50Hz : IE2 - 94,4(100%) - 94,6(75%) - 94,1(50%)																																
Resistance Line					Ambient: 24,6 °C U ₁ - V ₁ 0,03445 Ω U ₁ - W ₁ 0,03443 Ω V ₁ - W ₁ 0,03445 Ω																																
Insulation resistance at 24,6 °C R > 2000 Mohm 1000 V					Overload Current 150 % 120s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																																
High-voltage test winding 2400 V 60 s																																					
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																												
No load test		401,1 D	50	51,2	1,6		1500	0,05																													
Locked rotor test		75,1 D	50	158,3	7,28		0	0,35																													
Thermal test (100% load)	580,3	400 D	50	160,2	95,01	90,00	1481	0,86	94,70																												
Partial load points:																																					
~75% load	434,3	400 D	50	124,0	71,11	67,59	1486	0,83	95,00																												
~50% load	292,6	400 D	50	91,9	48,17	45,65	1490	0,75	94,80																												
~25% load	145,0	400 D	50	64,7	24,58	22,68	1494	0,54	92,30																												
Temperature rise at rated load.					<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>[°C]</th> <th>[K]</th> <th>Method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stator winding :</td> <td></td> <td>62,2</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Frame :</td> <td></td> <td>31,2</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bearing D-end :</td> <td></td> <td>41</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rotor :</td> <td></td> <td></td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Ambient Temperature :</td> <td>25</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>				[°C]	[K]	Method	Stator winding :		62,2	1	Frame :		31,2	2	Bearing D-end :		41	2	Rotor :			2	Ambient Temperature :	25		2	Measurement method 1 Resistance 2 Thermometer 3 Thermocouples					
	[°C]	[K]	Method																																		
Stator winding :		62,2	1																																		
Frame :		31,2	2																																		
Bearing D-end :		41	2																																		
Rotor :			2																																		
Ambient Temperature :	25		2																																		
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																					
On behalf of customer																																					
On behalf of manufacturer Date of test 23.9.2011																																					
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China					Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																																

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.11.22																																
Customer: Customer ref.:				Serial No.: 75021426007001																																
				Type: M2BA 315MLA 4 IMB3/IM1001																																
				Product Code: 3GBA312410-ADL																																
				Protection type: IP 55																																
				Cert. No.:																																
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>200,0</td><td>1486</td><td>352</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>200,0</td><td>1486</td><td>204</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>200,0</td><td>1487</td><td>343</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	200,0	1486	352	0,86	S1	690	Y 50	200,0	1486	204	0,86	S1	415	D 50	200,0	1487	343	0,85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																														
400	D 50	200,0	1486	352	0,86	S1																														
690	Y 50	200,0	1486	204	0,86	S1																														
415	D 50	200,0	1487	343	0,85	S1																														
3~Motor																																				
Insul.cl.F																																				
IP55																																				
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,3(100%) - 95,4(75%) - 94,9(50%)																																		
Resistance Line				Ambient: 21,0 °C		Insulation resistance at 21 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Current 150 % 120s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																												
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				0,01048 Ω 0,01046 Ω 0,01048 Ω																																
						High-voltage test winding 2400 V		60 s																												
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																											
No load test		400,5 D	50	120,0	3,341		1500	0,04																												
Locked rotor test		71,1 D	50	353,4	14,06		0	0,32																												
Thermal test (100% load)	1284,4	401 D	50	354,9	209,24	200,00	1487	0,85	95,60																											
Partial load points:																																				
~75% load	961,3	400,5 D	50	276,7	156,84	150,00	1490	0,82	95,60																											
~50% load	640,0	400,8 D	50	205,4	105,00	100,00	1492	0,74	95,20																											
~25% load	319,2	401,2 D	50	148,8	53,80	50,00	1496	0,52	92,90																											
Temperature rise at rated load.				[°C] [K]		Method		Measurement method																												
Stator winding :				72,2		1		1 Resistance																												
Frame :				30,7		2		2 Thermometer																												
Bearing D-end :				45,5		2		3 Thermocouples																												
Rotor :						2																														
Ambient Temperature :				25		2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																				
On behalf of customer																																				
On behalf of manufacturer Date of test 22.11.2010																																				
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																														

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.12.10																															
				Serial No.: 107897001004A																															
Customer:				Type: M2BA 315SMA 4 IMB3/IM1001																															
				Product Code: 3GBA312210-ADL																															
				Protection type: IP55																															
Customer ref.:				Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>110,0</td> <td>1487</td> <td>194</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>110,0</td> <td>1487</td> <td>112</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>110,0</td> <td>1488</td> <td>190</td> <td>0,85</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	110,0	1487	194	0,86	S1	690	Y 50	110,0	1487	112	0,86	S1	415	D 50	110,0	1488	190	0,85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	110,0	1487	194	0,86	S1																													
690	Y 50	110,0	1487	112	0,86	S1																													
415	D 50	110,0	1488	190	0,85	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94,7(100%) - 94,6(75%) - 93,8(50%)																																	
Resistance		Ambient: 15,8 °C		Insulation resistance at 21 °C		Overload																													
Line				R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s																													
U ₁ - V ₁		0,02095 Ω				Torque 160 % 15s																													
U ₁ - W ₁		0,02096 Ω				Speed 120 % 120s																													
V ₁ - W ₁		0,02096 Ω																																	
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		399,6 D	50	63,4	2,55		1500	0,06																											
Locked rotor test		73,3 D	50	196,6	7,12		0	0,29																											
Thermal test (100% load)	705,7	400 D	50	197,3	115,95	110,00	1489	0,85	94,90																										
Partial load points:																																			
~75% load	528,9	400 D	50	153,5	87,14	82,50	1490	0,82	94,70																										
~50% load	351,5	400 D	50	113,7	58,47	55,00	1494	0,74	94,10																										
~25% load	175,3	400 D	50	81,0	30,30	27,50	1498	0,54	90,80																										
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]		Method		Measurement method																											
Stator winding :		65,7		1				1 Resistance																											
Frame :		21,7		2				2 Thermometer																											
Bearing D-end :		32,6		2				3 Thermocouples																											
Rotor :				2																															
Ambient Temperature :		25		2																															
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test 10.12.2011</p> <p>Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China</p> <p>Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009</p>																																			

Computer print-out valid without signature.

IE2 2 polos



Type Test Report				Date of issue: 2011.02.01																															
Customer:				Serial No.: 75025118001A																															
Customer ref.:				Type: M2BA 315MLA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA311410-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>200,0</td> <td>2980</td> <td>336</td> <td>0,9</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>200,0</td> <td>2980</td> <td>195</td> <td>0,9</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>200,0</td> <td>2982</td> <td>328</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	200,0	2980	336	0,9	S1	690	Y 50	200,0	2980	195	0,9	S1	415	D 50	200,0	2982	328	0,89	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	200,0	2980	336	0,9	S1																													
690	Y 50	200,0	2980	195	0,9	S1																													
415	D 50	200,0	2982	328	0,89	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,3(100%) - 95,2(75%) - 94,4(50%)																																	
Resistance Line Ambient: 12,9 °C U ₁ - V ₁ 0,00784 Ω U ₁ - W ₁ 0,00784 Ω V ₁ - W ₁ 0,00784 Ω				Insulation resistance at 12,9 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		401,5 D	50	76,4	4,455		3000	0,08																											
Locked rotor test		67,6 D	50	338,7	11,65		0	0,29																											
Thermal test (100% load)	640,7	400,9 D	50	340,1	209,39	200,00	2981	0,89	95,50																										
Partial load points:																																			
~75% load	479,7	400,5 D	50	259,1	157,29	150,00	2986	0,88	95,40																										
~50% load	319,2	400,5 D	50	183,4	105,69	100,00	2992	0,83	94,60																										
~25% load	159,5	400,8 D	50	116,5	54,83	50,00	2994	0,68	91,20																										
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																											
Stator winding :				74,1	1			1 Resistance																											
Frame :				26,2	2			2 Thermometer																											
Bearing D-end :				48,3	2			3 Thermocouples																											
Rotor :					2																														
Ambient Temperature :				25	2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		1.2.2011																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.11.22																																
Customer: Customer ref.:				Serial No.: 75033771001001																																
				Type: M2BA 315SMA 2 IMB3/IM1001																																
				Product Code: 3GBA311210-ADL																																
				Protection type: IP55 Cert. No.:																																
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>110,0</td><td>2982</td><td>195</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>110,0</td><td>2982</td><td>113</td><td>0,86</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>110,0</td><td>2983</td><td>190</td><td>0,85</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	110,0	2982	195	0,86	S1	690	Y 50	110,0	2982	113	0,86	S1	415	D 50	110,0	2983	190	0,85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																														
400	D 50	110,0	2982	195	0,86	S1																														
690	Y 50	110,0	2982	113	0,86	S1																														
415	D 50	110,0	2983	190	0,85	S1																														
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94,6(100%) - 94,1(75%) - 92,7(50%)																																		
Resistance Line		Ambient: 21,4 °C		Insulation resistance at 21,4 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																														
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁		0,01637 Ω 0,01636 Ω 0,01637 Ω				High-voltage test winding 2400 V 60 s																														
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																											
No load test		400,7 D	50	67,0	3,172		3000	0,07																												
Locked rotor test		64,6 D	50	196,7	6,05		0	0,27																												
Thermal test (100% load)	352,4	400 D	50	199,1	115,91	110,00	2981	0,84	94,90																											
Partial load points:																																				
~75% load	264,0	400 D	50	155,9	87,31	82,50	2984	0,81	94,50																											
~50% load	175,7	400 D	50	117,0	58,92	55,00	2990	0,73	93,30																											
~25% load	87,7	400 D	50	84,7	30,89	27,50	2994	0,53	89,00																											
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																													
Stator winding :		64,0		1			1 Resistance																													
Frame :		25,2		2			2 Thermometer																													
Bearing D-end :		32,4		2			3 Thermocouples																													
Rotor :				2																																
Ambient Temperature :		25		2																																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																				
On behalf of customer																																				
On behalf of manufacturer		Date of test		22.11.2011																																
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																														

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.11.14																																			
Customer:				Serial No.: 075033771002																																			
Customer ref.:				Type: M2BA 315SMB 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA311220-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																																			
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D</td><td>50</td><td>132,0</td><td>2982</td><td>228</td><td>0,88</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y</td><td>50</td><td>132,0</td><td>2982</td><td>132</td><td>0,88</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D</td><td>50</td><td>132,0</td><td>2983</td><td>222</td><td>0,87</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	132,0	2982	228	0,88	S1	690	Y	50	132,0	2982	132	0,88	S1	415	D	50	132,0	2983	222	0,87	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																	
400	D	50	132,0	2982	228	0,88	S1																																
690	Y	50	132,0	2982	132	0,88	S1																																
415	D	50	132,0	2983	222	0,87	S1																																
3~Motor																																							
Insul.cl.F																																							
IP55																																							
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94,9(100%) - 94,6(75%) - 93,4(50%)																																					
Resistance		Ambient: 20,4 °C		Insulation resistance at 20,4 °C		Overload																																	
Line		U ₁ - V ₁		R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s																																	
		U ₁ - W ₁				Torque 160 % 15s																																	
		V ₁ - W ₁				Speed 120 % 120s																																	
		0,01336 Ω																																					
		0,01334 Ω																																					
		0,01337 Ω																																					
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																																	
Test		Torque [Nm]		Line U[V]		f[Hz]		Input I[A]		P1 [kW]		Output P2 [kW]		n[r/min]		cos φ		η [%]																					
No load test				400,7 D		50		68,5		3,44				3000		0,0725																							
Locked rotor test				65,9 D		50		234,2		7,39				0		0,2763																							
Thermal test (100% load)		423,3		400 D		50		233,1		138,79		132,00		2978		0,86		95,10																					
Partial load points:																																							
~75% load		316,9		400 D		50		180,3		104,38		99,00		2983		0,84		94,80																					
~50% load		210,9		400 D		50		132,4		70,32		66,00		2989		0,77		93,90																					
~25% load		105,3		400 D		50		92,0		36,69		33,00		2994		0,58		89,90																					
Temperature rise at rated load.				[°C]		[K]		Method																															
		Stator winding :		69,4		1												1 Resistance																					
		Frame :		27,8		2												2 Thermometer																					
		Bearing D-end :		59,7		2												3 Thermocouples																					
		Rotor :		2																																			
		Ambient Temperature :		25		2																																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.																																							
PLL determined from residual loss.																																							
On behalf of customer																																							
On behalf of manufacturer																																							
Date of test 14.11.2011																																							
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China																																							
Telephone +86 21 54723133																																							
Telefax +86 21 54725009																																							

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.11.17																															
Customer:				Serial No.: 75021426004001																															
Customer ref.:				Type: M2BA 315SMC 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA311230-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>160,0</td> <td>2981</td> <td>272</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>160,0</td> <td>2981</td> <td>158</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>160,0</td> <td>2982</td> <td>262</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	160,0	2981	272	0,89	S1	690	Y 50	160,0	2981	158	0,89	S1	415	D 50	160,0	2982	262	0,89	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	160,0	2981	272	0,89	S1																													
690	Y 50	160,0	2981	158	0,89	S1																													
415	D 50	160,0	2982	262	0,89	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,2(100%) - 95(75%) - 94,1(50%)																																	
Resistance Line Ambient: 20,0 °C U ₁ - V ₁ 0,01072 Ω U ₁ - W ₁ 0,01070 Ω V ₁ - W ₁ 0,01070 Ω				Insulation resistance at 20 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,9 D	50	69,1	3,401		3000	0,07																											
Locked rotor test		65,8 D	50	267,0	8,62		0	0,28																											
Thermal test (100% load)	512,6	400,8 D	50	274,4	167,38	160,00	2981	0,88	95,60																										
Partial load points:																																			
~75% load	383,8	401,4 D	50	210,0	125,70	120,00	2986	0,86	95,50																										
~50% load	255,3	401,2 D	50	150,4	84,40	80,00	2992	0,81	94,80																										
~25% load	127,6	400,3 D	50	98,9	43,70	40,00	2994	0,64	91,50																										
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																											
Stator winding :				72,1	1			1 Resistance																											
Frame :				28,6	2			2 Thermometer																											
Bearing D-end :				57,7	2			3 Thermocouples																											
Rotor :					2																														
Ambient Temperature :				25	2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		17.11.2010																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.11.23																															
				Serial No.: 75033771006001																															
Customer:				Type: M2BA 355SMA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA351210-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																															
Customer ref.:																																			
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>250,0</td> <td>2983</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>250,0</td> <td>2983</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>250,0</td> <td>2984</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	250,0	2983	0,89	S1	690	Y	50	250,0	2983	0,89	S1	415	D	50	250,0	2984	0,88	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D	50	250,0	2983	0,89	S1																													
690	Y	50	250,0	2983	0,89	S1																													
415	D	50	250,0	2984	0,88	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,4(100%) - 95,2(75%) - 94,3(50%)																																	
Resistance Line U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				Ambient: 20,4 °C 0,00616 Ω 0,00615 Ω 0,00615 Ω		Insulation resistance at 20,4 °C R > 2000 Mohm 1000 V																													
						Overload Voltage 130 % 180s Torque 160 % 15s Speed 120 % 120s																													
				High-voltage test winding		2400 V 60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,1 D	50	113,2	4,892		3000	0,06																											
Locked rotor test		64,4 D	50	424,8	10,95		0	0,23																											
Thermal test (100% load)	800,4	400 D	50	423,6	259,38	250,00	2983	0,88	96,40																										
Partial load points:																																			
~75% load	599,5	400 D	50	326,1	195,05	187,50	2987	0,86	96,10																										
~50% load	398,9	400 D	50	235,8	131,04	125,00	2992	0,80	95,40																										
~25% load	199,4	400 D	50	158,6	67,78	62,50	2994	0,62	92,20																										
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																											
Stator winding :				62,5	1			1 Resistance																											
Frame :				24	2			2 Thermometer																											
Bearing D-end :				54,6	2			3 Thermocouples																											
Rotor :					2																														
Ambient Temperature :				25	2																														
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer																																			
Date of test 23.11.2011																																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																																			

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2011.11.24																															
				Serial No.: 75033771009001A																															
Customer:				Type: M2BA 355SMB 2 IMB3/IM1001																															
				Product Code: 3GBA351220-ADL																															
				Protection type: IP55																															
Customer ref.:				Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>315,0</td> <td>2980</td> <td>535</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>315,0</td> <td>2980</td> <td>310</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D 50</td> <td>315,0</td> <td>2982</td> <td>516</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	315,0	2980	535	0,89	S1	690	Y 50	315,0	2980	310	0,89	S1	415	D 50	315,0	2982	516	0,89	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D 50	315,0	2980	535	0,89	S1																													
690	Y 50	315,0	2980	310	0,89	S1																													
415	D 50	315,0	2982	516	0,89	S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,4(100%) - 95,4(75%) - 94,7(50%)																																	
Resistance				Insulation resistance at 21 °C		Overload																													
Line Ambient: 20,0 °C				R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s																													
U ₁ - V ₁ 0,00440 Ω						Torque 160 % 15s																													
U ₁ - W ₁ 0,00439 Ω						Speed 120 % 120s																													
V ₁ - W ₁ 0,00441 Ω																																			
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		401,1 D	50	136,6	4,74		3000	0,05																											
Locked rotor test		61,9 D	50	531,7	15,44		0	0,27																											
Thermal test (100% load)	1009,4	400 D	50	529,7	325,72	315,00	2980	0,89	96,70																										
Partial load points:																																			
~75% load	755,8	400 D	50	406,2	244,46	236,25	2985	0,87	96,60																										
~50% load	502,8	400 D	50	291,7	163,72	157,50	2991	0,81	96,20																										
~25% load	250,9	400 D	50	191,9	83,85	78,75	2997	0,63	93,90																										
Temperature rise at rated load.				[°C] [K] Method		Measurement method																													
Stator winding :				69,3 1		1 Resistance																													
Frame :				27,9 2		2 Thermometer																													
Bearing D-end :				41,6 2		3 Thermocouples																													
Rotor :				2																															
Ambient Temperature : 25				2																															
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer Date of test 24.11.2011																																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133																													
						Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.12.15																															
				Serial No.: 75021426009001A																															
Customer:				Type: M2BA 355SMC 2 IMB3/IM1001																															
				Product Code: 3GBA351230-ADL																															
				Protection type: IP55																															
Customer ref.:				Cert. No.:																															
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>355,0</td> <td>2983</td> <td>609</td> <td>0,88 S1</td> </tr> <tr> <td>690</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>355,0</td> <td>2983</td> <td>353</td> <td>0,88 S1</td> </tr> <tr> <td>415</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>355,0</td> <td>2985</td> <td>587</td> <td>0,88 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	355,0	2983	609	0,88 S1	690	Y	50	355,0	2983	353	0,88 S1	415	D	50	355,0	2985	587	0,88 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																													
400	D	50	355,0	2983	609	0,88 S1																													
690	Y	50	355,0	2983	353	0,88 S1																													
415	D	50	355,0	2985	587	0,88 S1																													
3~Motor																																			
Insul.cl.F																																			
IP55																																			
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 95,5(100%) - 95,5(75%) - 94,9(50%)																																	
Resistance		Ambient: 18,5 °C		Insulation resistance at 18,5 °C		Overload																													
Line				R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s																													
U ₁ - V ₁		0,00374 Ω				Torque 160 % 15s																													
U ₁ - W ₁		0,00372 Ω				Speed 120 % 120s																													
V ₁ - W ₁		0,00372 Ω																																	
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																													
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																										
No load test		400,6 D	50	159,2	5,318		3000	0,05																											
Locked rotor test		66,4 D	50	610,7	19,57		0	0,28																											
Thermal test (100% load)	1137,2	400,3 D	50	605,9	366,79	355,00	2981	0,87	96,80																										
Partial load points:																																			
~75% load	851,5	401 D	50	464,8	275,30	266,25	2986	0,86	96,70																										
~50% load	566,5	401,4 D	50	334,1	184,40	177,50	2992	0,80	96,30																										
~25% load	282,7	401,3 D	50	221,8	94,45	88,75	2998	0,62	94,00																										
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																												
Stator winding :		76,7		1			1 Resistance																												
Frame :		36,2		2			2 Thermometer																												
Bearing D-end :		47,9		2			3 Thermocouples																												
Rotor :				2																															
Ambient Temperature :		25		2																															
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>																																			
On behalf of customer																																			
On behalf of manufacturer		Date of test		15.12.2010																															
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																													

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/12																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 71MA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA071310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.37</td> <td>2807</td> <td>0.9</td> <td>0.80</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.37	2807	0.9	0.80	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.37	2807	0.9	0.80	S1															
3~Motor																					
Insul.cl.F																					
IP55																					
Eff class		50Hz : 73,5(100%)-71,4(75%)-67,3(50%)																			
Resistance				Insulation resistance at 24.8 °C																	
Line				R > 2000 Mohm 1000 V																	
Ambient: 20.0 °C																					
U ₁ - V ₁ 42.20084 Ω																					
U ₁ - W ₁ 42.28864 Ω																					
V ₁ - W ₁ 42.24962 Ω																					
				Overload																	
				Voltage 130% 180s																	
				Torque 160% 15s																	
				Speed 120% 120s																	
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.3	Y 50	0.6	0.07		2998	0.16													
Locked rotor test		89.3	Y 50	0.9	0.10		0	0.77													
Thermal test (100% load)	1.3	400.7	Y 50	0.9	0.50	0.37	2807	0.79	74.50												
Partial load points:																					
~75% load	0.9	400.3	Y 50	0.8	0.38	0.28	2844	0.72	72.40												
~50% load	0.6	400.1	Y 50	0.7	0.27	0.19	2901	0.58	68.50												
~25% load	0.3	400.7	Y 50	0.6	0.17	0.09	2950	0.39	55.60												
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method														
Stator winding :				31.8	1	1 Resistance															
Frame :				13.4	2	2 Thermometer															
Bearing D-end :				13.9	2	3 Thermocouples															
Rotor :					2																
Ambient Temperature :				25	2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer																					
Date of test 5/12/2014																					
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																					

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/12																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 71MB 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA071320-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.55</td> <td>2820</td> <td>1.3</td> <td>0.79</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.55	2820	1.3	0.79	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.55	2820	1.3	0.79	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class		50Hz : 75,5(100%)-73,9(75%)-70,2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 24.13199 Ω U ₁ - W ₁ 24.12215 Ω V ₁ - W ₁ 24.10247 Ω		Insulation resistance at 24.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.9	Y 50	0.8	0.08		2998	0.14													
Locked rotor test		83.6	Y 50	1.2	0.13		0	0.71													
Thermal test (100% load)	1.9	400.4	Y 50	1.3	0.71	0.55	2820	0.78	77.60												
Partial load points:																					
~75% load	1.4	400.4	Y 50	1.1	0.54	0.41	2858	0.71	76.10												
~50% load	0.9	400.5	Y 50	1.0	0.38	0.28	2907	0.57	72.70												
~25% load	0.5	401.6	Y 50	0.9	0.23	0.14	2953	0.37	60.80												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		40.6		1			1 Resistance														
Frame :		17.6		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		16.8		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/12/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 80MA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA081310-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>0.75</td> <td>2830</td> <td>1.7</td> <td>0.83</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	0.75	2830	1.7	0.83	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	0.75	2830	1.7	0.83	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-77,4(100%)-76,7(75%)-74,4(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 20.22105 Ω U ₁ - W ₁ 20.36023 Ω V ₁ - W ₁ 20.41988 Ω		Insulation resistance at 21.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.3	Y 50	1.0	0.09		2998	0.13													
Locked rotor test		75.2	Y 50	1.7	0.17		0	0.81													
Thermal test (100% load)	2.5	399.1	Y 50	1.7	0.97	0.75	2830	0.82	77.20												
Partial load points:																					
~75% load	1.9	401.8	Y 50	1.4	0.73	0.56	2868	0.75	76.50												
~50% load	1.3	399.8	Y 50	1.2	0.51	0.37	2915	0.61	74.20												
~25% load	0.6	401.1	Y 50	1.1	0.29	0.19	2957	0.40	63.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		53.6		1			1 Resistance														
Frame :		21.4		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		24		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 80MB 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA081320-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>1.1</td> <td>2849</td> <td>2.4</td> <td>0.84</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	1.1	2849	2.4	0.84	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	1.1	2849	2.4	0.84	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-79,6(100%)-79,7(75%)-77,7(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 12.72504 Ω U ₁ - W ₁ 12.75499 Ω V ₁ - W ₁ 12.75499 Ω		Insulation resistance at 22.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.8	Y 50	1.4	0.11		2998	0.11													
Locked rotor test		160.7	Y 50	2.2	0.55		0	0.88													
Thermal test (100% load)	3.7	400.8	Y 50	2.4	1.38	1.10	2849	0.83	79.90												
Partial load points:																					
~75% load	2.8	398.1	Y 50	2.0	1.03	0.83	2883	0.76	80.00												
~50% load	1.8	398.9	Y 50	1.6	0.71	0.55	2922	0.62	78.00												
~25% load	0.9	400.8	Y 50	1.4	0.40	0.28	2963	0.41	68.80												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		61.6		1			1 Resistance														
Frame :		26		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		28.8		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test 5/13/2014																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 90LA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA091510-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>2.2</td> <td>2897</td> <td>4.5</td> <td>0.85</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	2.2	2897	4.5	0.85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	2.2	2897	4.5	0.85	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-83,2(100%)-82,9(75%)-81,2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 4.72407 Ω U ₁ - W ₁ 4.72702 Ω V ₁ - W ₁ 4.72604 Ω		Insulation resistance at 30.2 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.1	Y 50	2.2	0.17		2998	0.11													
Locked rotor test		65.9	Y 50	4.3	0.31		0	0.62													
Thermal test (100% load)	7.2	400.8	Y 50	4.5	2.62	2.20	2897	0.84	84.10												
Partial load points:																					
~75% load	5.4	399.6	Y 50	3.6	1.97	1.65	2919	0.79	83.80												
~50% load	3.6	401.7	Y 50	2.9	1.34	1.10	2949	0.66	82.20												
~25% load	1.8	400.4	Y 50	2.4	0.74	0.55	2975	0.44	74.20												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		61.1		1			1 Resistance														
Frame :		21.4		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		24.6		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		5/13/2014																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 90SA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA091110-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>1.5</td> <td>2890</td> <td>3.3</td> <td>0.80</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	1.5	2890	3.3	0.80	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	1.5	2890	3.3	0.80	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-81,3(100%)-80,0(75%)-76,9(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 6.98538 Ω U ₁ - W ₁ 6.99425 Ω V ₁ - W ₁ 6.99524 Ω		Insulation resistance at 23.7 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		398.2	Y 50	2.0	0.17		2998	0.12													
Locked rotor test		71.7	Y 50	3.1	0.23		0	0.60													
Thermal test (100% load)	4.9	400.7	Y 50	3.4	1.84	1.50	2890	0.79	81.60												
Partial load points:																					
~75% load	3.7	400.5	Y 50	2.8	1.40	1.12	2914	0.71	80.30												
~50% load	2.5	400.8	Y 50	2.4	0.97	0.75	2944	0.58	77.20												
~25% load	1.2	400.0	Y 50	2.1	0.57	0.37	2973	0.38	66.20												
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method															
Stator winding :		53.5		1		1 Resistance															
Frame :		22.3		2		2 Thermometer															
Bearing D-end :		19.3		2		3 Thermocouples															
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test 5/13/2014																			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/13																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 100LA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA101510-ASC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>Y 50</td> <td>3.0</td> <td>2919</td> <td>6.0</td> <td>0.85</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	Y 50	3.0	2919	6.0	0.85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	Y 50	3.0	2919	6.0	0.85	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-84.6(100%)-83.7(75%)-81.2(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 2.47538 Ω U ₁ - W ₁ 2.47538 Ω V ₁ - W ₁ 2.47339 Ω		Insulation resistance at 21.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.9	Y 50	3.0	0.28		2998	0.14													
Locked rotor test		53.7	Y 50	5.8	0.31		0	0.58													
Thermal test (100% load)	9.8	399.1	Y 50	6.1	3.56	3.00	2919	0.85	84.20												
Partial load points:																					
~75% load	7.4	400.4	Y 50	5.0	2.70	2.25	2934	0.79	83.20												
~50% load	4.9	401.4	Y 50	4.0	1.86	1.50	2956	0.67	80.70												
~25% load	2.5	402	Y 50	3.3	1.06	0.75	2977	0.46	71.00												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		54.2		1			1 Resistance														
Frame :		20.1		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		23.1		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/13																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 112MA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA111310-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>4.0</td> <td>2916</td> <td>7.8</td> <td>0.87 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	4.0	2916	7.8	0.87 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	4.0	2916	7.8	0.87 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-85.8(100%)-85.3(75%)-83.1(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 1.81465 Ω U ₁ - W ₁ 1.81969 Ω V ₁ - W ₁ 1.81566 Ω		Insulation resistance at 22.8 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.2	D 50	3.5	0.34		2998	0.15													
Locked rotor test		56.5	D 50	7.7	0.43		0	0.58													
Thermal test (100% load)	13.1	401.5	D 50	7.9	4.71	4.00	2916	0.86	85.00												
Partial load points:																					
~75% load	9.8	400.1	D 50	6.3	3.55	3.00	2935	0.81	84.40												
~50% load	6.5	400.4	D 50	5.0	2.44	2.00	2957	0.70	82.10												
~25% load	3.2	400.5	D 50	4.0	1.37	1.00	2978	0.49	73.20												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		59.3		1			1 Resistance														
Frame :		23.9		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		30.9		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
				Type: M2BAX 132SA 2 IMB3/IM1001																	
				Product Code: 3GBA131110-ADC																	
				Protection type: IP55																	
Customer ref.:				Cert. No.:																	
Rating:				<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td>V</td> <td>Hz</td> <td>kW</td> <td>r/min</td> <td>A</td> <td>cos φ</td> <td>Duty</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>2920</td> <td>10.6</td> <td>0.86</td> <td>S1</td> </tr> </table>				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	2920	10.6	0.86	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	2920	10.6	0.86	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2				50Hz : IE2-87.0(100%)-85.9(75%)-83.6(50%)																	
Resistance Line				Ambient: 20.0 °C		Insulation resistance at 25.4 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s													
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				1.30324 Ω 1.30442 Ω 1.30314 Ω		High-voltage test winding 2400 V 60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.4 D	50	4.6	0.43		2998	0.14													
Locked rotor test		63.4 D	50	10.3	0.50		0	0.44													
Thermal test (100% load)	18.0	399.3 D	50	10.8	6.36	5.50	2921	0.85	86.50												
Partial load points:																					
~75% load	13.6	400.2 D	50	8.7	4.83	4.12	2936	0.80	85.40												
~50% load	9.1	399.9 D	50	6.8	3.31	2.75	2958	0.70	83.00												
~25% load	4.5	400.7 D	50	5.3	1.85	1.37	2977	0.50	74.30												
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method													
Stator winding :				56.3	1			1 Resistance													
Frame :				19.6	2			2 Thermometer													
Bearing D-end :				35.1	2			3 Thermocouples													
Rotor :					2																
Ambient Temperature :				25	2																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer				Date of test 2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/05/14																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 132SB 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA131120-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>2916</td> <td>14.4</td> <td>0.85</td> <td>S1</td> </tr> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	2916	14.4	0.85	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	2916	14.4	0.85	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-88.1(100%)-87.5(75%)-85.8(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.85052 Ω U ₁ - W ₁ 0.85042 Ω V ₁ - W ₁ 0.85023 Ω		Insulation resistance at 21.6 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.2 D	50	6.2	0.45		2998	0.10													
Locked rotor test		61.4 D	50	13.8	0.64		0	0.44													
Thermal test (100% load)	24.6	399.6 D	50	14.5	8.49	7.50	2916	0.84	88.30												
Partial load points:																					
~75% load	18.5	400.8 D	50	11.7	6.42	5.62	2933	0.79	87.70												
~50% load	12.3	400.2 D	50	9.2	4.36	3.75	2956	0.69	86.00												
~25% load	6.1	399.4 D	50	7.2	2.38	1.87	2977	0.48	78.90												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		64.4		1			1 Resistance														
Frame :		27		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		55.4		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/5/14																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLA2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA161410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>11</td> <td>2931</td> <td>20.7</td> <td>0.86 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	11	2931	20.7	0.86 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	11	2931	20.7	0.86 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-89.4(100%)-89.4(75%)-88.4(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.57039 Ω U ₁ - W ₁ 0.56948 Ω V ₁ - W ₁ 0.56979 Ω		Insulation resistance at 17 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400 D	50	8.3	0.49		2998	0.09													
Locked rotor test		71.9 D	50	20.4	1.14		0	0.45													
Thermal test (100% load)	35.9	400.9 D	50	20.7	12.26	11.00	2931	0.86	89.70												
Partial load points:																					
~75% load	27.0	399.1 D	50	16.4	9.20	8.25	2945	0.81	89.70												
~50% load	18.2	401.1 D	50	12.6	6.20	5.50	2965	0.71	88.70												
~25% load	9.0	400.2 D	50	9.6	3.31	2.75	2983	0.50	83.20												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		63.3		1			1 Resistance														
Frame :		27.5		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		39.6		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23					
Customer:				Serial No.:					
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLB2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA161420-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:					
Rating:		V Hz kW r/min A cos φ Duty							
3~Motor		400 D 50 15 2938 26.9 0.89 S1							
Insul.cl.F									
IP55									
Eff class IE2		50Hz : IE2-90.3(100%)-90.6(75%)-89.8(50%)							
Resistance		Insulation resistance at 15.2 °C				Overload			
Line		Ambient: 20.0 °C				Voltage 130% 180s			
U ₁ - V ₁		0.36585 Ω				Torque 160% 15s			
U ₁ - W ₁		0.36514 Ω				Speed 120% 120s			
V ₁ - W ₁		0.36506 Ω							
		High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		399.9 D	50	9.4	0.52		2998	0.08	
Locked rotor test		68.1 D	50	27.9	1.47		0	0.45	
Thermal test (100% load)	48.9	401.1 D	50	27.0	16.47	15.00	2938	0.88	91.10
Partial load points:									
~75% load	36.6	401.1 D	50	21.0	12.33	11.25	2952	0.85	91.30
~50% load	24.7	399.6 D	50	15.7	8.27	7.50	2968	0.76	90.60
~25% load	12.7	400.1 D	50	11.4	4.35	3.75	2984	0.55	86.30
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method			
Stator winding :		71.5		1		1 Resistance			
Frame :		25.5		2		2 Thermometer			
Bearing D-end :		41.1		2		3 Thermocouples			
Rotor :				2					
Ambient Temperature :		25		2					
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23		Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009			
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China									

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 160MLC2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA161430-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>18.5</td> <td>2939</td> <td>33.4</td> <td>0.88 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	18.5	2939	33.4	0.88 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	18.5	2939	33.4	0.88 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-90.9(100%)-91.0(75%)-90.3(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.24474 Ω U ₁ - W ₁ 0.24443 Ω V ₁ - W ₁ 0.24433 Ω		Insulation resistance at 13.2 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.1 D	50	12.6	0.64		2998	0.07													
Locked rotor test		64.2 D	50	33.6	1.61		0	0.43													
Thermal test (100% load)	60.1	401.1 D	50	33.4	20.19	18.50	2939	0.87	91.70												
Partial load points:																					
~75% load	45.5	401.7 D	50	26.3	15.11	13.87	2956	0.83	91.80												
~50% load	30.2	401.4 D	50	19.9	10.15	9.25	2972	0.74	91.10												
~25% load	14.9	402.2 D	50	15.0	5.34	4.62	2985	0.52	86.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		73.7		1			1 Resistance														
Frame :		37.4		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		47.4		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																		
Customer:				Serial No.:																		
Customer ref.:				Type: M2BAX 180MLA2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA181410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																		
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D</td><td>50</td><td>22</td><td>2943</td><td>39.5</td><td>0.88</td><td>S1</td></tr></tbody></table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	22	2943	39.5	0.88	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																
400	D	50	22	2943	39.5	0.88	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-91.3(100%)-91.4(75%)-90.7(50%)																				
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C		Insulation resistance at 13.5 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s																
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁		0.19397 Ω 0.19428 Ω 0.19448 Ω		High-voltage test winding 2400 V		60 s																
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]													
No load test		400.8 D	50	14.7	0.69		2998	0.07														
Locked rotor test		60.7 D	50	39.2	1.85		0	0.45														
Thermal test (100% load)	71.4	400.6 D	50	39.5	23.95	22.00	2940	0.88	91.90													
Partial load points:																						
~75% load	53.4	401.3 D	50	31.0	17.89	16.50	2956	0.83	92.20													
~50% load	35.3	400.9 D	50	23.3	12.01	11.00	2971	0.74	91.60													
~25% load	17.7	399.4 D	50	17.1	6.28	5.50	2987	0.53	87.60													
Temperature rise at rated load.		[°C] [K]		Method		Measurement method																
Stator winding :		78.1		1		1 Resistance																
Frame :		36.9		2		2 Thermometer																
Bearing D-end :		41.7		2		3 Thermocouples																
Rotor :				2																		
Ambient Temperature :		25		2																		
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																						
On behalf of customer																						
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23		Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China																						

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 200MLA2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA201410-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>30</td> <td>2957</td> <td>55.4</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	30	2957	55.4	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	30	2957	55.4	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-92.0(100%)-91.5(75%)-90.1(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.12289 Ω U ₁ - W ₁ 0.12251 Ω V ₁ - W ₁ 0.12247 Ω		Insulation resistance at 18 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.6 D	50	22.9	1.30		2998	0.08													
Locked rotor test		60.3 D	50	57.0	2.50		0	0.42													
Thermal test (100% load)	97.1	402.1 D	50	55.8	32.70	30.00	2957	0.85	91.80												
Partial load points:																					
~75% load	73.2	401.4 D	50	44.5	24.64	22.50	2967	0.80	91.30												
~50% load	48.0	401.8 D	50	34.5	16.68	15.00	2978	0.70	89.90												
~25% load	24.4	401 D	50	26.5	8.93	7.50	2986	0.49	84.00												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		63.0		1			1 Resistance														
Frame :		28.8		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		46.8		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 200MLB2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA201420-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>37</td> <td>2951</td> <td>64.2</td> <td>0.90 S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	37	2951	64.2	0.90 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	37	2951	64.2	0.90 S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-92.5(100%)-92.5(75%)-92.1(50%)																			
Resistance		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.10103 Ω U ₁ - W ₁ 0.10133 Ω V ₁ - W ₁ 0.10103 Ω				Insulation resistance at 16.3 °C R > 2000 Mohm 1000 V															
Line						Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding				2400 V 60 s															
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		399.7 D	50	18.5	1.00		2998	0.08													
Locked rotor test		65.6 D	50	67.2	3.15		0	0.41													
Thermal test (100% load)	120.0	400.2 D	50	64.4	39.85	37.00	2951	0.89	92.90												
Partial load points:																					
~75% load	91.4	401.2 D	50	49.6	29.86	27.75	2962	0.87	92.90												
~50% load	59.6	401 D	50	35.9	20.00	18.50	2973	0.80	92.50												
~25% load	31.6	401.3 D	50	24.4	10.39	9.25	2989	0.61	89.00												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		68.2		1			1 Resistance														
Frame :		28.5		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		42.9		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 225SMA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA221210-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>45</td> <td>2962</td> <td>80.4</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	50	45	2962	80.4	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	50	45	2962	80.4	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-92.9(100%)-92.8(75%)-92.1(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.06768 Ω U ₁ - W ₁ 0.06794 Ω V ₁ - W ₁ 0.06781 Ω		Insulation resistance at 17.9 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		400.6 D	50	26.8	1.31		2998	0.07													
Locked rotor test		63.7 D	50	81.2	3.28		0	0.37													
Thermal test (100% load)	145.3	400.3 D	50	80.6	48.19	45.00	2962	0.86	93.40												
Partial load points:																					
~75% load	109.8	400.9 D	50	62.8	36.15	33.75	2972	0.83	93.30												
~50% load	73.4	401 D	50	46.6	24.30	22.50	2982	0.75	92.60												
~25% load	36.6	401.1 D	50	33.2	12.70	11.25	2990	0.55	88.60												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		67.3		1			1 Resistance														
Frame :		25.8		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		36.6		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2014/07/23																	
Customer:				Serial No.:																	
Customer ref.:				Type: M2BAX 250SMA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA251210-ADC Protection type: IP55 Cert. No.:																	
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>55</td> <td>2965</td> <td>96.8</td> <td>0.88</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D	55	2965	96.8	0.88	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty															
400	D	55	2965	96.8	0.88	S1															
3~Motor Insul.cl.F IP55 Eff class IE2		50Hz : IE2-93.2(100%)-93.2(75%)-92.6(50%)																			
Resistance Line		Ambient: 20.0 °C U ₁ - V ₁ 0.05303 Ω U ₁ - W ₁ 0.05322 Ω V ₁ - W ₁ 0.05281 Ω		Insulation resistance at 19.2 °C R > 2000 Mohm 1000 V		Overload Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s															
		High-voltage test winding 2400 V 60 s																			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]												
No load test		401.7 D	50	28.2	1.29		2998	0.07													
Locked rotor test		72.1 D	50	98.2	4.76		0	0.39													
Thermal test (100% load)	177.1	401.2 D	50	96.4	58.33	55.00	2965	0.87	94.30												
Partial load points:																					
~75% load	133.8	400.5 D	50	74.6	43.77	41.25	2970	0.85	94.20												
~50% load	87.9	401.1 D	50	54.4	29.34	27.50	2981	0.78	93.70												
~25% load	44.1	400.2 D	50	37.3	15.19	13.75	2991	0.59	90.50												
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method														
Stator winding :		68.6		1			1 Resistance														
Frame :		42.2		2			2 Thermometer														
Bearing D-end :		48.5		2			3 Thermocouples														
Rotor :				2																	
Ambient Temperature :		25		2																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																					
On behalf of customer																					
On behalf of manufacturer		Date of test		2014/07/23																	
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China						Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009															

Computer print-out valid without signature.



Type Test Report				Date of issue: 2010.12.11																																
Customer:				Serial No.: 75021426001001																																
Customer ref.:				Type: M2BA 280SA 2 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA281110-ADL Protection type: IP55 Cert. No.:																																
Rating:		<table border="1"><thead><tr><th>V</th><th>Hz</th><th>kW</th><th>r/min</th><th>A</th><th>cos φ</th><th>Duty</th></tr></thead><tbody><tr><td>400</td><td>D 50</td><td>75,0</td><td>2977</td><td>130</td><td>0,88</td><td>S1</td></tr><tr><td>690</td><td>Y 50</td><td>75,0</td><td>2977</td><td>75</td><td>0,88</td><td>S1</td></tr><tr><td>415</td><td>D 50</td><td>75,0</td><td>2979</td><td>127</td><td>0,87</td><td>S1</td></tr></tbody></table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	400	D 50	75,0	2977	130	0,88	S1	690	Y 50	75,0	2977	75	0,88	S1	415	D 50	75,0	2979	127	0,87	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																														
400	D 50	75,0	2977	130	0,88	S1																														
690	Y 50	75,0	2977	75	0,88	S1																														
415	D 50	75,0	2979	127	0,87	S1																														
3~Motor																																				
Insul.cl.F																																				
IP55																																				
Eff class IE2		50Hz : IE2 - 94(100%) - 93,7(75%) - 92,3(50%)																																		
Resistance		Ambient: 18,0 °C		Insulation resistance at 18 °C		Overload																														
Line		U ₁ - V ₁		R > 2000 Mohm 1000 V		Voltage 130 % 180s																														
		U ₁ - W ₁				Torque 160 % 15s																														
		V ₁ - W ₁				Speed 120 % 120s																														
				High-voltage test winding 2400 V		60 s																														
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																											
No load test		400,7 D	50	39,5	2,535		3000	0,09																												
Locked rotor test		66,7 D	50	133,1	4,45		0	0,29																												
Thermal test (100% load)	240,7	400,6 D	50	132,5	79,69	75,00	2975	0,87	94,10																											
Partial load points:																																				
~75% load	180,3	400,6 D	50	103,1	60,07	56,25	2980	0,84	93,60																											
~50% load	119,9	400,6 D	50	75,8	40,62	37,50	2987	0,77	92,30																											
~25% load	59,8	400,6 D	50	52,8	21,46	18,75	2993	0,59	87,40																											
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																													
Stator winding :		63,0		1			1 Resistance																													
Frame :		30,4		2			2 Thermometer																													
Bearing D-end :		36,1		2			3 Thermocouples																													
Rotor :				2																																
Ambient Temperature :		25		2																																
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																				
On behalf of customer																																				
On behalf of manufacturer		Date of test		11.12.2010		Telephone +86 21 54723133 Telefax +86 21 54725009																														
Tested by ABB Shanghai Motors , LV Motors, Shanghai,P.R.China																																				

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 28.1.2012					
				Serial No.: 3GP10011882					
				Type: M2BA 280SMB 2					
				Product Code: 3GBA 281220-L					
Rating:									
3~Motor		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
		400	D	50	90	2976	153	0,90	S1
Resistance		Ambient: 21,5 °C				Insulation resistance at 62,5 °C		Overload	
Line		0,02628 Ω				4000 MΩ 1000 V		Torque 160 % 15s	
U ₁ - V ₁		0,02629 Ω							
U ₁ - W ₁		0,02631 Ω							
V ₁ - W ₁						High-voltage test winding 1900 V		60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,1 D	50	34,8	2,36		3000	0,10	
Locked rotor test		68,0 D	50	153,1	5,25		0	0,29	
Thermal test (100% load)	288,8	400,3 D	50	154,9	95,4	90,0	2976	0,89	94,4
Partial load points:									
~75% load	216,5	400,5 D	50	117,9	71,5	67,5	2983	0,88	94,4
~50% load	144,5	400,6 D	50	83,7	48,1	45,0	2989	0,83	93,6
~25% load	72,0	400,7 D	50	54,0	25,0	22,5	2995	0,67	89,8
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :				71,8	1		1 Resistance		
Frame :				33,3	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				45,4	2		3 Thermocouples		
Rotor:				86,0	3				
Ambient Temperature :		25,0			2				
<p>Starting current (I_S / I_N) : 6,97</p> <p>Locked rotor torque (T_I / T_N) : 2,28</p>									
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		28.1.2011					
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.

IE3 6 polos



Test Report				Date of issue: 23.7.2014					
				Serial No.: 3G1P141700180					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 180MLA 6					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA183410-ADD					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y 50	15,0	979	17,4	0,79	S1		
Insul.cl.F	400	D 50	15,0	979	30,1	0,79	S1		
IP55	660	Y 50	15,0	975	17,8	0,81	S1		
	380	D 50	15,0	975	91,2	0,81	S1		
Eff class IE3	440	D 60	15,0	1180	27,0	0,79	S1		
	460	D 60	15,0	1182	26,1	0,78	S1		
50Hz: IE3-91,2%(100%)-91,9%(75%)-91,6%(50%)									
60Hz: IE3-91,7%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 80 °C		Overload			
Line	Ambient: 24 °C		2000 MΩ		1000 V	Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,37530 Ω					Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁	0,37430 Ω					Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁	0,37590 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η[%]
No load test		400,4 D	50	13,2	0,44		998	0,05	
Locked rotor test		102,1 D	50	30,9	1,66		0	0,30	
Thermal test (100% load)	146,7	400,2 D	50	30,1	16,4	15,0	979	0,79	91,4
Partial load points:									
~75% load	110,0	400,6 D	50	24,0	12,2	11,3	985	0,73	92,1
~50% load	73,4	400,1 D	50	18,8	8,2	7,5	990	0,63	91,8
~25% load	36,4	400,7 D	50	14,9	4,3	3,8	995	0,41	88,3
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :		48		1			1 Resistance		
Frame :		23		2			2 Thermocouples		
Bearing D-end :		24		2			3 Thermometer		
Rotor:		71		3					
Ambient Temperature :		25		2					
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
On behalf of manufacturer		Date of test		20.6.2014					
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain						Telephone +34 93 728 85 00		Telefax +34 93 728 85 33	

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014						
Customer:				Serial No.: 3G1P141700184						
				Order No.: Type: M2BAX 200MLA 6 Product Code: 3GBA203410-ADD						
Customer ref.:										
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3-Motor				690	Y 50	18,5	989	21,6	0,82	S1
Insul.cl.F				400	D 50	18,5	989	35,2	0,82	S1
IP55				660	Y 50	18,5	987	21,0	0,84	S1
				380	D 50	18,5	987	36,6	0,84	S1
Eff class IE3				440	D 60	18,5	1189	31,7	0,83	S1
				460	D 60	18,5	1190	30,6	0,82	S1
				50Hz: IE3-91,7%(100%)-91,9%(75%)-91,2%(50%) 60Hz: IE3-93,0%(100%)						
Resistance				Insulation resistance at 80 °C				Overload		
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s Speed 120% 120s Current 150% 15s		
U ₁ - V ₁				Ambient: 26 °C						
U ₁ - W ₁				0,28990 Ω						
V ₁ - W ₁				0,28910 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,7 D	50	13,6	0,60		998	0,06		
Locked rotor test		85,3 D	50	35,1	1,73		0	0,33		
Thermal test (100% load)	178,7	400,4 D	50	35,2	20,1	18,5	989	0,82	92,0	
Partial load points:										
~75% load	134,3	400,1 D	50	27,9	15,1	13,9	991	0,78	92,2	
~50% load	89,6	400,9 D	50	21,3	10,1	9,3	995	0,68	91,6	
~25% load	44,8	400,9 D	50	16,3	5,3	4,6	997	0,47	87,4	
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method			
Stator winding :				48	1		1 Resistance			
Frame :				28	2		2 Thermocouples			
Bearing D-end :				31	2		3 Thermometer			
Rotor:				60	3					
Ambient Temperature :				25	2					
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer Date of test 7.7.2014										
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain										
Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33										

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.: 3G1P141700185					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 200MLB 6					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA203420-ADD					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y 50	22,0	989	24,6	0,81	S1		
Insul.cl.F	400	D 50	22,0	989	42,4	0,81	S1		
IP55	660	Y 50	22,0	988	25,1	0,83	S1		
	380	D 50	22,0	988	43,8	0,83	S1		
Eff class IE3	440	D 60	22,0	1190	38,1	0,82	S1		
	460	D 60	22,0	1191	36,7	0,81	S1		
50Hz: IE3-92,2%(100%)-92,4%(75%)-91,4%(50%) 60Hz: IE3-93,0%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 86 °C		Overload			
Line	Ambient: 24 °C		2000 MΩ		1000 V	Torque 160% 15s Speed 120% 120s Current 150% 15s			
U ₁ - V ₁	0,21280 Ω								
U ₁ - W ₁	0,21320 Ω								
V ₁ - W ₁	0,21310 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,3 D	50	18,0	0,74		998	0,06	
Locked rotor test		78,7 D	50	42,4	1,94		0	0,33	
Thermal test (100% load)	212,6	400,5 D	50	42,4	23,8	22,0	989	0,81	92,4
Partial load points:									
~75% load	159,6	400,6 D	50	34,0	17,8	16,5	993	0,76	92,6
~50% load	106,2	400,7 D	50	26,6	12,0	9,3	995	0,68	91,6
~25% load	53,0	400,9 D	50	26,6	12,0	11,0	995	0,65	91,7
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				51	1		1 Resistance		
Frame :				39	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				35	2		3 Thermometer		
Rotor:				65	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
<p>On behalf of manufacturer Date of test 9.7.2014</p> <p>Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain</p> <p>Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 30.11.2015						
				Serial No.: 3G1P141700189						
				Order No.:						
				Type: M2BAX 225SMA 6 IMB3/IM1001						
				Product Code: 3GBA223210-ADD						
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3-Motor				690	Y 50	30	988	34,9	0,77	S1
Insul.cl.F				400	D 50	30	988	60,4	0,77	S1
IP55				660	Y 50	30	988	20,1	0,80	S1
				380	D 50	30	987	61,5	0,80	S1
				440	D 60	30	1189	53,5	0,79	S1
				460	D 60	30	1190	52,6	0,77	S1
Eff class IE3				50Hz: IE3-92,9%(100%)-93,0%(75%)-92,2%(50%) 60Hz: IE3-93,4%(100%)						
Resistance				Insulation resistance at 45 °C				Overload		
Line				1600 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁				Ambient: 22 °C						
U ₁ - W ₁				0,12629 Ω						
V ₁ - W ₁				0,12633 Ω						
				0,12628 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,0 D	50	29,1	0,92		998	0,05		
Locked rotor test		82,6 D	50	60,8	2,89		0	0,33		
Thermal test (100% load)	290,0	400,0 D	50	60,3	32,3	30,0	988	0,77	93,0	
Partial load points:										
~75% load	217,4	400,0 D	50	49,2	24,2	22,5	991	0,71	93,1	
~50% load	144,8	400,0 D	50	39,6	16,3	15,0	994	0,59	92,3	
~25% load	72,4	400,0 D	50	32,3	8,52	7,50	997	0,38	88,1	
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method			
Stator winding :				63	1		1 Resistance			
Frame :				41	2		2 Thermocouples			
Bearing D-end :				47	2		3 Thermometer			
Rotor :				79	3					
Ambient Temperature :				25	2					
Vibration [mm/s]:				↓	→	Starting current (I _S / I _N) :				
D-end				0,6	0,3	7,21				
N-end				1,4	0,4	Locked rotor torque (T _L / T _N) :				
Axial				0,5		2,90				
						Pull-up torque (T _U / T _N) :				
						2,54				
						Breakdown torque (T _B / T _N) :				
						3,30				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.										
PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer Date of test 25.11.2014										
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland Telephone +358 10 2211										
Telefax +358 10 22 47372										

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 26.9.2014							
				Serial No.: 3G1P141700192							
Customer:				Order No.:							
				Type: M2BAX 250SMA 6							
				Product Code: 3GBA253210-ADD							
Customer ref.:				Protection type: IP55							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3-Motor				690	Y	50	37	990	41,5	0,80	S1
Insul.cl.F				400	D	50	37	990	71,1	0,80	S1
IP55				660	Y	50	37	988	42,5	0,82	S1
				380	D	50	37	988	73,9	0,82	S1
Eff class IE3				440	D	60	37	1190	63,8	0,81	S1
				460	D	60	37	1191	61,8	0,80	S1
				50Hz: IE3-93,3%(100%)-93,7%(75%)-93,5%(50%)							
				60Hz: IE3-93,7%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 86 °C				Overload			
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁				Ambient: 21 °C				Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁				0,11370 Ω				Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁				0,11400 Ω							
				0,11360 Ω							
				High-voltage test winding 1900 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,6 D	50	27,8	0,80		998	0,04			
Locked rotor test		82,5 D	50	69,1	3,53		0	0,36			
Thermal test (100% load)	357,1	400,7 D	50	71,1	39,7	37,0	990	0,81	93,3		
Partial load points:											
~75% load	268,2	400,2 D	50	56,0	29,6	27,8	992	0,76	93,7		
~50% load	178,8	400,2 D	50	42,8	19,8	18,5	995	0,67	93,5		
~25% load	88,9	400,8 D	50	32,7	10,2	9,3	997	0,45	90,6		
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method				
Stator winding :				58	1	1 Resistance					
Frame :				44	2	2 Thermocouples					
Bearing D-end :				43	2	3 Thermometer					
Rotor:				76	3						
Ambient Temperature :				25	2						
Starting current (I _S / I _N) : 6,54											
Locked rotor torque (T _L / T _N) : 2,41											
Pull-up torque (T _U / T _N) : 1,94											
Breakdown torque (T _B / T _N) : 3,12											
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.											
PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer											
Date of test 26.9.2014											
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain											
Telephone +34 93 728 85 00											
Telefax +34 93 728 85 33											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 280SMB 6 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA283220-ADM					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3~Motor	690	Y 50	45	991	48	0,84	S1		
Insul.cl.F	400	D 50	45	991	82	0,84	S1		
IP55	660	Y 50	45	989	49	0,85	S1		
	380	D 50	45	989	85	0,85	S1		
	440	D 60	45	1191	74	0,84	S1		
Eff class IE3	460	D 60	45	1192	72	0,83	S1		
50Hz: IE3-93,7%(100%)-94,0%(75%)-93,5%(50%) 60Hz: IE3-94,5%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 39 °C		Overload			
Line	Ambient: 25 °C			26000 MΩ 1000 V		Voltage 130% 180s Torque 160% 15s Speed 120% 120s			
U ₁ - V ₁	0,07804 Ω								
U ₁ - W ₁	0,07802 Ω								
V ₁ - W ₁	0,07801 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,7 D	50	28,2	0,96		1000	0,05	
Locked rotor test		77,4 D	50	82,0	3,33		0	0,30	
Thermal test (100% load)	433,7	400,2 D	50	81,9	47,6	45,0	992	0,84	94,5
Partial load points:									
~75% load	325,3	400,2 D	50	63,8	35,6	33,8	995	0,81	94,8
~50% load	216,7	400,1 D	50	47,6	23,8	22,5	998	0,72	94,4
~25% load	108,3	400,0 D	50	34,5	12,3	11,3	1000	0,51	91,5
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				42	1		1 Resistance		
Frame :				25	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				29	2		3 Thermocouples		
Rotor :				49	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172074, on date 2013-08-26 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 280SMC 6 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA283230-ADM					
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	55	992	58	0,85	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	55	992	99	0,85	S1	
IP55	660	Y	50	55	990	60	0,85	S1	
	380	D	50	55	990	105	0,85	S1	
	440	D	60	55	1192	90	0,85	S1	
Eff class IE3	460	D	60	55	1193	87	0,84	S1	
50Hz: IE3-94,1%(100%)-94,5%(75%)-94,2%(50%)									
60Hz: IE3-94,5%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 33 °C		Overload			
Line	Ambient: 24 °C			25000 MΩ 1000 V		Voltage 130% 180s			
U ₁ - V ₁	0,05986 Ω					Torque 160% 15s			
U ₁ - W ₁	0,05992 Ω					Speed 120% 120s			
V ₁ - W ₁	0,05994 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,0 D	50	32,0	1,14		1000	0,05	
Locked rotor test		77,5 D	50	100,1	4,05		0	0,30	
Thermal test (100% load)	530,0	400,2 D	50	98,2	58,2	55,0	993	0,86	94,5
Partial load points:									
~75% load	397,3	400,0 D	50	76,1	43,6	41,3	994	0,83	94,7
~50% load	264,9	400,2 D	50	56,1	29,2	27,5	997	0,75	94,3
~25% load	132,6	400,1 D	50	39,7	15,0	13,8	999	0,55	91,6
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				46	1		1 Resistance		
Frame :				31	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				33	2		3 Thermocouples		
Rotor :				63	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172202, on date 2013-08-25, which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p>									
						Telephone +358 10 2211			
						Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 315MLB 6 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA313420-ADM					
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y	50	132	995	141	0,82 S1	
Insul.cl.F		400	D	50	132	995	242	0,82 S1	
IP55		660	Y	50	132	994	144	0,84 S1	
		380	D	50	132	994	250	0,84 S1	
		440	D	60	132	1195	218	0,83 S1	
Eff class IE3		460	D	60	132	1196	211	0,82 S1	
50Hz: IE3-95,4%(100%)-95,5%(75%)-94,8%(50%) 60Hz: IE3-95,8%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 43 °C		Overload			
Line		Ambient: 24 °C		17000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁		0,01862 Ω							
U ₁ - W ₁		0,01864 Ω							
V ₁ - W ₁		0,01862 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		399,9 D	50	87,1	2,22		1000	0,04	
Locked rotor test		77,7 D	50	239,6	7,95		0	0,25	
Thermal test (100% load)	1268,0	400,3 D	50	241,5	137,9	132,0	995	0,82	95,7
Partial load points:									
~75% load	954,0	400,3 D	50	190,3	103,3	99,0	996	0,78	95,8
~50% load	636,7	400,4 D	50	144,6	69,1	66,0	998	0,69	95,5
~25% load	319,5	400,4 D	50	108,8	35,5	33,0	999	0,47	93,0
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				52	1	1 Resistance			
Frame :				36	2	2 Thermometer			
Bearing D-end :				34	2	3 Thermocouples			
Rotor :				67	3				
Ambient Temperature :				25	2				
These tests have been carried out on motor no. 3GF13172077, on date 2013-08-23, which is identical in design with the above.									
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer				Date of test					
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014							
				Serial No.:							
				Type: M2BAX 315SMB 6 IMB3/IM1001							
				Product Code: 3GBA313220-ADM							
Rating:											
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty			
3~Motor		690	Y 50	75	994	79	0,84	S1			
Insul.cl.F		400	D 50	75	994	136	0,84	S1			
IP55		660	Y 50	75	993	82	0,85	S1			
		380	D 50	75	993	142	0,85	S1			
		440	D 60	75	1194	124	0,84	S1			
Eff class IE3		460	D 60	75	1195	118	0,84	S1			
50Hz: IE3-94,6%(100%)-94,8%(75%)-94,3%(50%) 60Hz: IE3-95,0%(100%)											
Resistance				Insulation resistance at 51 °C				Overload			
Line		Ambient: 23 °C		8000 MΩ 1000 V							
U ₁ - V ₁		0,04368 Ω									
U ₁ - W ₁		0,04366 Ω									
V ₁ - W ₁		0,04366 Ω									
				High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		399,9 D	50	39,5	1,43		1000	0,05			
Locked rotor test		92,1 D	50	134,0	4,96		0	0,23			
Thermal test (100% load)	721,3	400,8 D	50	135,6	79,2	75,0	994	0,84	94,7		
Partial load points:											
~75% load	541,1	401,0 D	50	104,5	59,2	56,3	996	0,82	95,0		
~50% load	359,1	401,0 D	50	76,4	39,6	37,5	997	0,75	94,7		
~25% load	175,3	401,0 D	50	53,5	20,4	18,8	999	0,55	92,1		
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method				
Stator winding :				45	1		1 Resistance				
Frame :				30	2		2 Thermometer				
Bearing D-end :				32	2		3 Thermocouples				
Rotor:				51	3						
Ambient Temperature :				25	2						
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172199, on date 2013-08-19, which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014							
				Serial No.:							
				Order No.:							
				Type: M2BAX 315SMC 6 IMB3/IM1001							
				Product Code: 3GBA313230-ADM							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	90	994	95	0,84	S1
Insul.cl.F				400	D	50	90	994	163	0,84	S1
IP55				660	Y	50	90	993	98	0,85	S1
				380	D	50	90	993	169	0,85	S1
				440	D	60	90	1194	147	0,85	S1
Eff class IE3				460	D	60	90	1195	143	0,84	S1
				50Hz: IE3-94,9%(100%)-95,2%(75%)-94,8%(50%)							
				60Hz: IE3-95,0%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 39 °C				Overload			
Line				Ambient: 24 °C				Torque 160% 15s			
				1000 V							
U ₁ - V ₁				0,03247 Ω							
U ₁ - W ₁				0,03247 Ω							
V ₁ - W ₁				0,03245 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		399,9 D	50	53,2	1,63		1000	0,04			
Locked rotor test		85,9 D	50	162,0	5,76		0	0,24			
Thermal test (100% load)	864,7	400,1 D	50	163,6	94,7	90,0	994	0,84	95,1		
Partial load points:											
~75% load	651,0	400,2 D	50	127,3	70,8	67,5	996	0,80	95,3		
~50% load	429,2	400,2 D	50	95,1	47,4	45,0	997	0,72	95,0		
~25% load	218,8	400,2 D	50	69,1	24,3	22,5	999	0,51	92,4		
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method				
Stator winding :				47	1		1 Resistance				
Frame :				24	2		2 Thermometer				
Bearing D-end :				34	2		3 Thermocouples				
Rotor:				52	3						
Ambient Temperature :				25	2						
These tests have been carried out on motor no. 3GF13172204, on date 2013-08-21, which is identical in design with the above.											
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer Date of test											
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland											
Telephone +358 10 2211											
Telefax +358 10 22 47372											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																						
Customer:				Serial No.:																																																						
				Order No.:																																																						
				Type: M2BAX 315SMD 6 IMB3/IM1001 Product Code: 3GBA313240-ADM																																																						
Rating:				<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>690</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>110</td> <td>994</td> <td>117</td> <td>0,83 S1</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>110</td> <td>994</td> <td>201</td> <td>0,83 S1</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>110</td> <td>993</td> <td>121</td> <td>0,84 S1</td> </tr> <tr> <td>380</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>110</td> <td>993</td> <td>208</td> <td>0,84 S1</td> </tr> <tr> <td>440</td> <td>D</td> <td>60</td> <td>110</td> <td>1194</td> <td>181</td> <td>0,84 S1</td> </tr> <tr> <td>460</td> <td>D</td> <td>60</td> <td>110</td> <td>1194</td> <td>175</td> <td>0,83 S1</td> </tr> </tbody> </table> <p>50Hz: IE3-95,1%(100%)-95,3%(75%)-94,8%(50%) 60Hz: IE2-95,0%(100%)</p>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	690	Y	50	110	994	117	0,83 S1	400	D	50	110	994	201	0,83 S1	660	Y	50	110	993	121	0,84 S1	380	D	50	110	993	208	0,84 S1	440	D	60	110	1194	181	0,84 S1	460	D	60	110	1194	175	0,83 S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																				
690	Y	50	110	994	117	0,83 S1																																																				
400	D	50	110	994	201	0,83 S1																																																				
660	Y	50	110	993	121	0,84 S1																																																				
380	D	50	110	993	208	0,84 S1																																																				
440	D	60	110	1194	181	0,84 S1																																																				
460	D	60	110	1194	175	0,83 S1																																																				
Resistance				Insulation resistance at 46 °C																																																						
Line				11000 MΩ 1000 V																																																						
U ₁ - V ₁				0,02570 Ω																																																						
U ₁ - W ₁				0,02572 Ω																																																						
V ₁ - W ₁				0,02571 Ω																																																						
				Overload																																																						
				Torque 160% 15s																																																						
				High-voltage test winding 2400 V 60 s																																																						
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																																																	
No load test		400,1 D	50	66,4	1,90		1000	0,04																																																		
Locked rotor test		83,7 D	50	198,0	7,20		0	0,25																																																		
Thermal test (100% load)	1057,0	400,2 D	50	200,3	115,5	110,0	994	0,83	95,3																																																	
Partial load points:																																																										
~75% load	791,7	400,2 D	50	156,1	86,4	82,5	996	0,80	95,5																																																	
~50% load	524,5	400,2 D	50	116,8	57,8	55,0	997	0,71	95,2																																																	
~25% load	264,5	400,2 D	50	85,6	29,7	27,5	999	0,50	92,8																																																	
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method		Measurement method																																																		
Stator winding :				54	1			1 Resistance																																																		
Frame :				34	2			2 Thermometer																																																		
Bearing D-end :				40	2			3 Thermocouples																																																		
Rotor:					3																																																					
Ambient Temperature :				25	2																																																					
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172201, on date 2013-08-20, which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>																																																										

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 355SMA 6 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA353210-ADM					
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y 50	160	993	171	0,82	S1	
Insul.cl.F		400	D 50	160	993	294	0,82	S1	
IP55		660	Y 50	160	991	179	0,82	S1	
		380	D 50	160	991	306	0,82	S1	
Eff class IE3		440	D 60	160	1193	266	0,83	S1	
		460	D 60	160	1193	257	0,82	S1	
50Hz: IE3-95,6%(100%)-95,9%(75%)-95,6%(50%) 60Hz: IE3-95,8%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 43 °C				Overload	
Line		Ambient: 22 °C		7000 MΩ		1000 V		Torque 160% 15s	
U ₁ - V ₁		0,01296 Ω							
U ₁ - W ₁		0,01295 Ω							
V ₁ - W ₁		0,01297 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,0 D	50	100,4	2,15		1000	0,03	
Locked rotor test		79,9 D	50	290,1	10,86		0	0,27	
Thermal test (100% load)	1540,0	400,5 D	50	292,0	166,4	160,0	993	0,82	96,2
Partial load points:									
~75% load	1153,2	400,3 D	50	227,2	124,5	120,0	995	0,79	96,4
~50% load	770,7	400,3 D	50	169,4	83,2	80,0	997	0,71	96,2
~25% load	382,8	400,3 D	50	123,0	42,4	40,0	998	0,50	94,3
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :				47	1		1 Resistance		
Frame :				23	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				29	2		3 Thermocouples		
Rotor :				62	3				
Ambient Temperature :		25			2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172078C, on date 2013-08-10 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
On behalf of manufacturer		Date of test							
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 355SMB 6 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA353220-ADM					
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y 50	200	993	213	0,82	S1	
Insul.cl.F		400	D 50	200	993	367	0,82	S1	
IP55		660	Y 50	200	991	220	0,83	S1	
		380	D 50	200	991	383	0,83	S1	
Eff class IE3		440	D 60	200	1193	332	0,82	S1	
		460	D 60	200	1193	320	0,82	S1	
50Hz: IE3-95,8%(100%)-96,1%(75%)-95,9%(50%) 60Hz: IE3-95,8%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 43 °C				Overload	
Line				5000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s	
U ₁ - V ₁				0,01012 Ω					
U ₁ - W ₁				0,01012 Ω					
V ₁ - W ₁				0,01012 Ω					
				High-voltage test winding 2400 V				60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,1 D	50	126,2	2,40		1000	0,03	
Locked rotor test		78,5 D	50	361,8	14,0		0	0,28	
Thermal test (100% load)	1925	400,4 D	50	364,9	208,0	200,0	993	0,82	96,1
Partial load points:									
~75% load	1447	400,8 D	50	283,6	155,5	150,0	995	0,79	96,5
~50% load	961,3	400,7 D	50	211,4	103,8	100,0	997	0,71	96,4
~25% load	479,0	400,8 D	50	154,2	52,8	50,0	999	0,49	94,8
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :		54		1			1 Resistance		
Frame :		24		2			2 Thermometer		
Bearing D-end :		38		2			3 Thermocouples		
Rotor :		81		3					
Ambient Temperature :		25		2					
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172079, on date 2013-08-25 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
On behalf of manufacturer		Date of test							
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																													
				Serial No.:																																																													
				Type: M2BAX 355SMC 6 IMB3/IM1001																																																													
				Product Code: 3GBA353230-ADM																																																													
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3~Motor</td> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>250</td> <td>993</td> <td>269</td> <td>0,81</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>Insul.cl.F</td> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>250</td> <td>993</td> <td>465</td> <td>0,81</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>IP55</td> <td>660</td> <td>Y 50</td> <td>250</td> <td>993</td> <td>278</td> <td>0,82</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>380</td> <td>D 50</td> <td>250</td> <td>993</td> <td>477</td> <td>0,82</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>Eff class IE3</td> <td>440</td> <td>D 60</td> <td>250</td> <td>1193</td> <td>417</td> <td>0,82</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>460</td> <td>D 60</td> <td>250</td> <td>1194</td> <td>408</td> <td>0,81</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table> <p>50Hz: IE3-95,8%(100%)-96,0%(75%)-95,7%(50%) 60Hz: IE3-95,8%(100%)</p>									V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	3~Motor	690	Y 50	250	993	269	0,81	S1	Insul.cl.F	400	D 50	250	993	465	0,81	S1	IP55	660	Y 50	250	993	278	0,82	S1		380	D 50	250	993	477	0,82	S1	Eff class IE3	440	D 60	250	1193	417	0,82	S1		460	D 60	250	1194	408	0,81	S1
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																										
3~Motor	690	Y 50	250	993	269	0,81	S1																																																										
Insul.cl.F	400	D 50	250	993	465	0,81	S1																																																										
IP55	660	Y 50	250	993	278	0,82	S1																																																										
	380	D 50	250	993	477	0,82	S1																																																										
Eff class IE3	440	D 60	250	1193	417	0,82	S1																																																										
	460	D 60	250	1194	408	0,81	S1																																																										
Resistance				Insulation resistance at 50 °C				Overload																																																									
Line Ambient: 23 °C				5000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s																																																									
U ₁ - V ₁ 0,00666 Ω																																																																	
U ₁ - W ₁ 0,00666 Ω																																																																	
V ₁ - W ₁ 0,00667 Ω																																																																	
				High-voltage test winding 2400 V				60 s																																																									
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																																																								
No load test		400,0 D	50	188,4	3,26		1000	0,03																																																									
Locked rotor test		71,4 D	50	463,1	16,2		0	0,28																																																									
Thermal test (100% load)	2404	400,5 D	50	464,3	259,3	250,0	994	0,81	96,4																																																								
Partial load points:																																																																	
~75% load	1813	400,6 D	50	368,3	194,1	187,5	996	0,76	96,6																																																								
~50% load	1198	400,8 D	50	283,9	129,7	125,0	997	0,66	96,4																																																								
~25% load	592,3	400,9 D	50	218,5	66,1	62,5	999	0,44	94,5																																																								
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method																																																									
Stator winding :				57	1			1 Resistance																																																									
Frame :				25	2			2 Thermometer																																																									
Bearing D-end :				41	2			3 Thermocouples																																																									
Rotor :				80	3																																																												
Ambient Temperature :				25	2																																																												
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13172076, on date 2013-08-22 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>																																																																	

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 28.7.2014							
				Serial No.: 3G1P141700175							
				Type: M2BAX 160MLA 6							
				Product Code: 3GBA163410-ADD							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	7,5	975	9,1	0,77	S1
Insul.cl.F				400	D	50	7,5	975	15,7	0,77	S1
IP55				660	Y	50	7,5	971	9,3	0,80	S1
				380	D	50	7,5	971	16,2	0,80	S1
Eff class IE3				440	D	60	7,5	1176	14,0	0,78	S1
				460	D	60	7,5	1179	13,5	0,77	S1
				50Hz: IE3-89,1%(100%)-90,0%(75%)-90,0%(50%)							
				60Hz: IE3-91,0%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 83 °C				Overload			
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁				Ambient: 25 °C				Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁				0,95400 Ω				Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁				0,95500 Ω							
				0,95600 Ω							
				High-voltage test winding 1900 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,1 D	50	7,9	0,27		998	0,05			
Locked rotor test		100,2 D	50	15,9	0,96		0	0,35			
Thermal test (100% load)	73,5	400,1 D	50	15,7	8,4	7,5	975	0,77	89,1		
Partial load points:											
~75% load	55,2	400,7 D	50	12,7	6,3	5,6	982	0,71	90,0		
~50% load	36,7	401,6 D	50	10,1	4,2	3,8	988	0,59	90,0		
~25% load	18,3	401,6 D	50	8,3	2,2	1,9	994	0,38	86,2		
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method				
Stator winding :				50	1	1 Resistance					
Frame :				28	2	2 Thermocouples					
Bearing D-end :				23	2	3 Thermometer					
Rotor:				69	3						
Ambient Temperature :				25	2						
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer											
Date of test 21.7.2014											
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain											
Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 28.7.2014							
				Serial No.: 3G1P141700176							
				Type: M2BAX 160MLB 6							
				Product Code: 3GBA163420-ADD							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	11,0	975	13,1	0,78	S1
Insul.cl.F				400	D	50	11,0	975	22,5	0,78	S1
IP55				660	Y	50	11,0	972	13,4	0,80	S1
				380	D	50	11,0	972	23,3	0,80	S1
Eff class IE3				440	D	60	11,0	1177	20,4	0,77	S1
				460	D	60	11,0	1179	19,8	0,76	S1
				50Hz: IE3-90,3%(100%)-91,1%(75%)-91,1%(50%) 60Hz: IE3-91,7%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 82 °C				Overload			
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s Speed 120% 120s Current 150% 15s			
U ₁ - V ₁				Ambient: 26 °C							
U ₁ - W ₁				0,53230 Ω							
V ₁ - W ₁				0,53120 Ω							
				0,53250 Ω							
				High-voltage test winding 1900 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,5 D	50	10,8	0,35		998	0,05			
Locked rotor test		94,2 D	50	22,4	1,16		0	0,32			
Thermal test (100% load)	107,4	399,8 D	50	22,5	12,2	11,0	975	0,78	90,2		
Partial load points:											
~75% load	80,7	400,8 D	50	18,2	9,1	8,3	982	0,72	91,1		
~50% load	53,9	400,9 D	50	14,5	6,1	5,5	989	0,60	91,0		
~25% load	26,8	401,3 D	50	11,7	3,1	2,8	994	0,39	87,5		
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method		Measurement method			
Stator winding :				52	1			1 Resistance			
Frame :				27	2			2 Thermocouples			
Bearing D-end :				31	2			3 Thermometer			
Rotor:				73	3						
Ambient Temperature :				25	2						
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer Date of test 23.7.2014											
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain											
Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33											

Computer print-out valid without signature.

IE3 4 polos



Test Report				Date of issue: 29.7.2014					
				Serial No.: 3G1P141700169					
				Type: M2BAX 132SME 4					
				Product Code: 3GBA132250-ADD					
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	7,5	1465	8,9	0,78	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	7,5	1465	15,5	0,78	S1	
IP55	660	Y	50	7,5	1459	9,0	0,81	S1	
	380	D	50	7,5	1459	15,8	0,81	S1	
Eff class IE3	440	D	60	7,5	1767	13,8	0,78	S1	
	460	D	60	7,5	1770	13,5	0,76	S1	
				50Hz: IE3-90,4%(100%)-90,7%(75%)-90,3%(50%)					
				60Hz: IE3-91,7%(100%)					
Resistance				Insulation resistance at 39 °C		Overload			
Line				2000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁				Ambient: 23 °C		Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁				0,06568 Ω		Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁				0,06572 Ω					
				0,06567 Ω					
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,6 D	50	8,1	0,28		1498	0,05	
Locked rotor test		79,3 D	50	15,4	0,84		0	0,40	
Thermal test (100% load)	48,9	400,7 D	50	15,5	8,3	7,5	1465	0,78	90,1
Partial load points:									
~75% load	36,7	400,6 D	50	12,7	6,2	5,6	1474	0,71	90,5
~50% load	24,4	400,9 D	50	10,4	4,2	3,8	1483	0,58	90,0
~25% load	12,2	401,1 D	50	8,8	2,2	1,9	1491	0,36	85,4
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				55	1		1 Resistance		
Frame :				24	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				29	2		3 Thermometer		
Rotor:				72	3				
Ambient Temperature :				25	2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer									
Date of test 24.6.2014									
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain									
Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 22.7.2014					
				Serial No.: 3G1P141700173					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 160MLA 4					
				Product Code: 3GBA162410-ADD					
				Protection type: IP55					
Customer ref.:									
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	11,0	1477	12,2	0,82	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	11,0	1477	21,1	0,82	S1	
IP55	660	Y	50	11,0	1474	12,7	0,83	S1	
	380	D	50	11,0	1474	21,9	0,83	S1	
Eff class IE3	440	D	60	11,0	1778	18,9	0,83	S1	
	460	D	60	11,0	1777	18,2	0,82	S1	
				50Hz: IE3-91,4%(100%)-91,8%(75%)-91,1%(50%)					
				60Hz: IE3-92,4%(100%)					
Resistance Line				Insulation resistance at 68 °C			Overload		
Ambient: 21 °C				2000 MΩ 1000 V			Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁							Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁							Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁									
				High-voltage test winding 1900 V			60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,1 D	50	8,3	0,35		1498	0,06	
Locked rotor test		78,5 D	50	20,5	0,93		0	0,33	
Thermal test (100% load)	71,0	400,6 D	50	21,1	12,0	11,0	1477	0,82	92,0
Partial load points:									
~75% load	53,3	400,7 D	50	16,8	8,9	8,3	1484	0,77	92,4
~50% load	35,5	400,9 D	50	13,0	6,0	5,5	1490	0,67	91,7
~25% load	17,7	401,5 D	50	10,1	3,1	2,8	1495	0,45	87,5
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				38	1	1 Resistance			
Frame :				20	2	2 Thermocouples			
Bearing D-end :				23	2	3 Thermometer			
Rotor:				51	3				
Ambient Temperature :				25	2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.									
PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer									
Date of test				3.6.2014					
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain						Telephone		+34 93 728 85 00	
						Telefax		+34 93 728 85 33	

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 22.7.2014					
				Serial No.: 3G1P141700174					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 160MLB 4					
				Product Code: 3GBA162420-ADD					
				Protection type: IP55					
Customer ref.:									
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y	50	15,0	1477	16,5	0,82	S1
Insul.cl.F		400	D	50	15,0	1477	28,5	0,82	S1
IP55		660	Y	50	15,0	1474	16,9	0,84	S1
		380	D	50	15,0	1474	29,4	0,84	S1
Eff class IE3		440	D	60	15,0	1778	25,7	0,83	S1
		460	D	60	15,0	1780	24,7	0,82	S1
		50Hz: IE3-92,1%(100%)-92,4%(75%)-91,6%(50%)							
		60Hz: IE3-93,0%(100%)							
Resistance Line				Insulation resistance at 85 °C			Overload		
Ambient: 25 °C				2000 MΩ 1000 V			Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁				0,27690 Ω			Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁				0,27660 Ω			Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁				0,27650 Ω					
				High-voltage test winding 1900 V			60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,4 D	50	11,7	0,47		1498	0,06	
Locked rotor test		76,2 D	50	28,4	1,22		0	0,33	
Thermal test (100% load)	96,7	400,5 D	50	28,5	16,2	15,0	1477	0,82	92,5
Partial load points:									
~75% load	72,3	400,2 D	50	22,7	12,1	11,3	1483	0,77	92,7
~50% load	48,4	400,4 D	50	17,7	8,2	7,5	1489	0,67	92,0
~25% load	24,3	400,5 D	50	13,7	4,3	3,8	1495	0,45	87,8
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method		Measurement method	
Stator winding :					50	1		1 Resistance	
Frame :					31	2		2 Thermocouples	
Bearing D-end :					35	2		3 Thermometer	
Rotor:					68	3			
Ambient Temperature :				25		2			
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.									
PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		1.7.2014					
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain						Telephone +34 93 728 85 00			
						Telefax +34 93 728 85 33			

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 2.10.2014					
				Serial No.: 3G1P141700178					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 180MLA 4					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA182410-ADD					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y 50	18,5	1481	20,1	0,83	S1		
Insul.cl.F	400	D 50	18,5	1481	34,9	0,83	S1		
IP55	660	Y 50	18,5	1477	20,9	0,84	S1		
	380	D 50	18,5	1477	36,3	0,84	S1		
Eff class IE3	440	D 60	18,5	1781	31,2	0,83	S1		
	460	D 60	18,5	1783	30,3	0,82	S1		
50Hz: IE3-92,6%(100%)-93,3%(75%)-92,9%(50%)									
60Hz: IE3-93,6%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 85 °C		Overload			
Line	Ambient: 24 °C		2000 MΩ		1000 V		Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁	0,25500 Ω						Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁	0,25570 Ω						Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁	0,25500 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,6 D	50	13,2	0,45		1498	0,05	
Locked rotor test		84,4 D	50	34,9	1,73		0	0,34	
Thermal test (100% load)	119,7	400,7 D	50	34,9	20,0	18,5	1481	0,83	92,7
Partial load points:									
~75% load	89,2	400,1 D	50	27,3	14,9	13,9	1486	0,79	93,3
~50% load	59,8	399,9 D	50	20,7	9,9	9,3	1490	0,69	93,0
~25% load	29,7	400,6 D	50	15,6	5,1	4,6	1495	0,48	90,1
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				57	1		1 Resistance		
Frame :				26	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				31	2		3 Thermometer		
Rotor:				70	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
<p>On behalf of manufacturer Date of test 19.6.2014</p> <p>Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain</p> <p>Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report					Date of issue: 23.7.2014						
					Serial No.: 3G1P141700179						
Customer:					Order No.:						
					Type: M2BAX 180MLB 4						
					Product Code: 3GBA182420-ADD						
					Protection type: IP55						
Customer ref.:											
Rating:											
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty				
3~Motor	690	Y	50	22,0	1481	24,1	0,82	S1			
Insul.cl.F	400	D	50	22,0	1481	41,4	0,82	S1			
IP55	660	Y	50	22,0	1478	24,7	0,84	S1			
	380	D	50	22,0	1478	42,9	0,84	S1			
Eff class IE3	415	D	50	22,0	1483	40,5	0,81	S1			
	440	D	60	22,0	1782	37,00	0,83	S1			
50Hz: IE3-93,0%(100%)-93,7%(75%)-93,9%(50%)											
60Hz: IE3-94,0%(100%)											
Resistance					Insulation resistance at 96 °C					Overload	
Line	Ambient: 25 °C				2000 MΩ 1000 V					Torque 160% 15s	
U ₁ - V ₁	0,18970 Ω									Speed 120% 120s	
U ₁ - W ₁	0,19000 Ω									Current 150% 15s	
V ₁ - W ₁	0,19040 Ω										
					High-voltage test winding 1900 V					60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,7 D	50	15,5	0,47		1498	0,04			
Locked rotor test		81,4 D	50	41,2	1,94		0	0,33			
Thermal test (100% load)	141,7	400,0 D	50	41,4	23,6	22,0	1481	0,82	93,3		
Partial load points:											
~75% load	106,6	399,3 D	50	32,6	17,6	16,5	1486	0,78	93,8		
~50% load	70,7	400,6 D	50	24,9	11,8	11,0	1491	0,68	93,6		
~25% load	35,3	400,6 D	50	18,9	6,1	5,5	1495	0,46	90,9		
Temperature rise at rated load.											
			[°C]	[K]	Method			Measurement method			
Stator winding :				59	1			1 Resistance			
Frame :				30	2			2 Thermocouples			
Bearing D-end :				36	2			3 Thermometer			
Rotor:				74	3						
Ambient Temperature :			25		2						
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.											
PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer Date of test 12.6.2014											
Telephone +34 93 728 85 00											
Telefax +34 93 728 85 33											
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain											

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.: 3G1P141700183					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 200MLA 4					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA202410-ADD					
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3-Motor	690	Y	50	30,0	1483	31,9	0,84	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	30,0	1483	54,8	0,84	S1	
IP55	660	Y	50	30,0	1479	32,7	0,86	S1	
	380	D	50	30,0	1479	57,2	0,86	S1	
Eff class IE3	440	D	60	30,0	1784	49,5	0,85	S1	
	460	D	60	30,0	1785	47,7	0,84	S1	
				50Hz: IE3-93,6%(100%)-93,8%(75%)-93,4%(50%)					
				60Hz: IE3-94,1%(100%)					
Resistance				Insulation resistance at 85 °C		Overload			
Line	Ambient: 25 °C			2000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,13170 Ω					Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁	0,13160 Ω					Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁	0,13180 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,0 D	50	19,1	0,73		1498	0,05	
Locked rotor test		78,1 D	50	54,7	2,43		0	0,33	
Thermal test (100% load)	192,8	400,8 D	50	54,8	32,0	30,0	1483	0,84	93,7
Partial load points:									
~75% load	144,3	400,6 D	50	42,9	23,9	22,5	1488	0,81	94,0
~50% load	96,5	400,6 D	50	32,2	16,1	15,0	1492	0,72	93,5
~25% load	48,4	400,1 D	50	23,7	8,3	7,5	1497	0,51	90,2
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				52	1		1 Resistance		
Frame :				27	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				31	2		3 Thermometer		
Rotor:				69	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
<p>On behalf of manufacturer Date of test 3.7.2014</p> <p>Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain</p> <p>Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																						
				Serial No.: 3G1P141700187																																																						
				Type: M2BAX 225SMA 4 IMB3																																																						
				Product code: 3GBA222210-ADD																																																						
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>37</td> <td>1482</td> <td>39,8</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>37</td> <td>1482</td> <td>68,9</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>Y 50</td> <td>37</td> <td>1477</td> <td>40,8</td> <td>0,85</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>380</td> <td>D 50</td> <td>37</td> <td>1477</td> <td>71,2</td> <td>0,85</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>440</td> <td>D 60</td> <td>37</td> <td>1781</td> <td>61,6</td> <td>0,84</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>460</td> <td>D 60</td> <td>37</td> <td>1783</td> <td>59,3</td> <td>0,83</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table> <p>50Hz: IE3-93.9%(100%)-94.1%(75%)-93.8%(50%) 60Hz: IE3-94,5%(100%)</p>								V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	690	Y 50	37	1482	39,8	0,83	S1	400	D 50	37	1482	68,9	0,83	S1	660	Y 50	37	1477	40,8	0,85	S1	380	D 50	37	1477	71,2	0,85	S1	440	D 60	37	1781	61,6	0,84	S1	460	D 60	37	1783	59,3	0,83	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																				
690	Y 50	37	1482	39,8	0,83	S1																																																				
400	D 50	37	1482	68,9	0,83	S1																																																				
660	Y 50	37	1477	40,8	0,85	S1																																																				
380	D 50	37	1477	71,2	0,85	S1																																																				
440	D 60	37	1781	61,6	0,84	S1																																																				
460	D 60	37	1783	59,3	0,83	S1																																																				
Resistance		Insulation resistance at 40 °C				Overload																																																				
Line	Ambient: 22 °C	2300 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s																																																				
U ₁ - V ₁	0,09531 Ω																																																									
U ₁ - W ₁	0,09537 Ω																																																									
V ₁ - W ₁	0,09549 Ω																																																									
		High-voltage test winding 2400 V				60 s																																																				
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																																																	
No load test		400,1 D	50	26,6	0,84		1498	0,05																																																		
Locked rotor test		74,3 D	50	67,7	3,24		0	0,37																																																		
Thermal test (100% load)	238,6	400,0 D	50	68,9	39,5	37,0	1482	0,83	93,7																																																	
Partial load points:																																																										
~75% load	178,9	400,0 D	50	54,2	29,5	27,8	1485	0,79	93,9																																																	
~50% load	119,2	400,0 D	50	41,2	19,8	18,5	1490	0,69	93,6																																																	
~25% load	59,5	400,0 D	50	31,1	10,2	9,25	1496	0,47	90,8																																																	
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method	Measurement method																																																				
Stator winding :		75		1		1 Resistance																																																				
Frame :		48		2		2 Thermocouples																																																				
Bearing D-end :		54		2		3 Thermometer																																																				
Ambient Temperature :		25		2																																																						
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>																																																										
On behalf of customer																																																										
On behalf of manufacturer		Date of test		31.7.2014																																																						
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372																																																				

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 16.10.2014						
Customer:				Serial No.: 3G1P141700188						
				Order No.: Type: M2BAX 225SMB 4 Product Code: 3GBA222220-ADD Protection type: IP55						
Customer ref.:										
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3-Motor				690	Y 50	45	1482	47,6	0,84	S1
Insul.cl.F				400	D 50	45	1482	82,3	0,84	S1
IP55				660	Y 50	45	1478	48,7	0,86	S1
				380	D 50	45	1478	85,0	0,86	S1
Eff class IE3				440	D 60	45	1782	73,4	0,85	S1
				460	D 60	45	1784	71,8	0,83	S1
				50Hz: IE3-94,2%(100%)-94,4%(75%)-94,0%(50%) 60Hz: IE3-95,0%(100%)						
Resistance				Insulation resistance at 88 °C				Overload		
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s Speed 120% 120s Current 150% 15s		
Ambient: 20 °C										
U ₁ - V ₁				0,06820 Ω						
U ₁ - W ₁				0,06830 Ω						
V ₁ - W ₁				0,06820 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,7 D	50	31,3	0,94		1498	0,04		
Locked rotor test		70,4 D	50	81,0	3,46		0	0,35		
Thermal test (100% load)	290,4	400,3 D	50	82,3	47,8	45,0	1482	0,84	94,2	
Partial load points:										
~75% load	217,2	400,1 D	50	64,8	35,7	33,8	1486	0,80	94,4	
~50% load	145,3	400,6 D	50	49,2	23,9	22,5	1490	0,70	94,0	
~25% load	72,5	400,4 D	50	37,0	12,3	11,3	1495	0,48	91,2	
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method			
Stator winding :				63	1	1 Resistance				
Frame :				43	2	2 Thermocouples				
Bearing D-end :				43	2	3 Thermometer				
Rotor:				92	3					
Ambient Temperature :				25	2					
Starting current (I _S / I _N) : 7,99 Locked rotor torque (T _L / T _N) : 3,16 Pull-up torque (T _U / T _N) : 2,42 Breakdown torque (T _B / T _N) : 3,46										
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer Date of test 16.10.2014										
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain						Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33				

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.: 3G1P141700191					
				Type: M2BAX 250SMA 4					
				Product Code: 3GBA252210-ADD					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3~Motor	690	Y 50	55	1482	58	0,84	S1		
Insul.cl.F	400	D 50	55	1482	100	0,84	S1		
IP55	660	Y 50	55	1478	60,1	0,85	S1		
	380	D 50	55	1478	104	0,85	S1		
Eff class IE3	440	D 60	55	1782	90,2	0,84	S1		
	460	D 60	55	1785	87,5	0,83	S1		
50Hz: IE3-94,6%(100%)-94,7%(75%)-94,0%(50%)									
60Hz: IE3-95,4%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 101 °C		Overload			
Line	Ambient: 26 °C			2000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,06090 Ω					Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁	0,06070 Ω					Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁	0,06080 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,5 D	50	38,7	1,24		1498	0,05	
Locked rotor test		74,1 D	50	100,3	5,00		0	0,39	
Thermal test (100% load)	353,0	400,5 D	50	100,5	58,1	55,0	1482	0,84	94,7
Partial load points:									
~75% load	265,0	400,3 D	50	79,3	43,5	41,3	1487	0,79	94,8
~50% load	176,2	400,8 D	50	60,6	29,2	27,5	1491	0,70	94,2
~25% load	88,1	400,2 D	50	45,8	15,1	13,8	1496	0,48	91,0
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method	
Stator winding :				62	1			1 Resistance	
Frame :				39	2			2 Thermocouples	
Bearing D-end :				37	2			3 Thermometer	
Rotor:				89	3				
Ambient Temperature :				25	2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.									
PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		17.7.2014					
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores, 08192 Sant Quirze del Valles, Spain						Telephone +34 93 728 85 00		Telefax +34 93 728 85 33	

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
				Order No.:					
				Type: M2BAX 280SMB 4 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA282220-ADM					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y	50	75	1485	78	0,86 S1		
Insul.cl.F	400	D	50	75	1485	133	0,86 S1		
IP55	660	Y	50	75	1483	80	0,87 S1		
	380	D	50	75	1483	138	0,87 S1		
	440	D	60	75	1784	120	0,86 S1		
Eff class IE3	460	D	60	75	1785	116	0,85 S1		
50Hz: IE3-95,0%(100%)-95,1%(75%)-94,6%(50%)									
60Hz: IE3-95,4%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 55 °C			Overload		
Line	Ambient: 23 °C			37000 MΩ 1000 V			Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁	0,03721 Ω								
U ₁ - W ₁	0,03726 Ω								
V ₁ - W ₁	0,03724 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V			60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,0 D	50	44,1	1,42		1500	0,05	
Locked rotor test		71,2 D	50	133,0	5,37		0	0,33	
Thermal test (100% load)	482,6	400,1 D	50	133,3	79,0	75,0	1485	0,86	95,0
Partial load points:									
~75% load	363,5	400,1 D	50	103,5	59,1	56,3	1489	0,82	95,2
~50% load	241,8	400,1 D	50	76,6	39,6	37,5	1493	0,75	94,8
~25% load	122,7	400,1 D	50	55,0	20,4	18,8	1497	0,54	92,1
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				49	1		1 Resistance		
Frame :				24	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				32	2		3 Thermocouples		
Rotor :				64	3				
Ambient Temperature :				25	2				
These tests have been carried out on motor no. 3GF13167850, on date 2013-07-25 which is identical in design with the above.									
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer Date of test									
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 3.10.2014						
				Serial No.: 3G1P142500752						
Customer:				Order No.: 939043-50						
				Type: M2BAX 280SMC 4 IMB3/IM1001						
				Product Code: 3GBA282230-ADM						
Customer ref.:				Protection type: IP55						
Rating:										
		V		Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3-Motor		690	Y	50	90	1485	92	0,86	S1	
Insul.cl.F		400	D	50	90	1485	159	0,86	S1	
IP55		660	Y	50	90	1483	96	0,87	S1	
		380	D	50	90	1483	166	0,87	S1	
Eff class IE3		440	D	60	90	1785	144	0,86	S1	
		460	D	60	90	1786	139	0,85	S1	
		50Hz: IE3-95,2%(100%)-95,6%(75%)-95,5%(50%)								
		60Hz: IE3-95,4%(100%)								
Resistance				Insulation resistance at 32 °C				Overload		
Line		Ambient: 23 °C		13000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁		0,02800 Ω						Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁		0,02802 Ω						Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁		0,02800 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]		f [Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,0	D	50	53,0	1,74		1500	0,05	
Locked rotor test		69,4	D	50	159,3	6,23		0	0,33	
Thermal test (100% load)	587,8	400,0	D	50	159,0	94,4	90,0	1486	0,86	95,3
Partial load points:										
~75% load	433,9	400,1	D	50	123,4	70,8	67,5	1488	0,83	95,4
~50% load	289,5	400,2	D	50	91,1	47,4	45,0	1493	0,75	95,0
~25% load	144,4	400,1	D	50	64,8	24,4	22,5	1496	0,54	92,2
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :					54	1		1 Resistance		
Frame :					30	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :					47	2		3 Thermometer		
Rotor:					78	3				
Ambient Temperature :				25		2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.										
PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer										
Date of test				3.7.2014						
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland										
Telephone						+358 10 2211				
Telefax						+358 10 22 47372				

Computer print-out v alid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
Customer:				Type: M2BAX 315MLB 4 IMB3/IM1001					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA312420-ADM					
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	200	1487	203	0,86	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	200	1487	351	0,86	S1	
IP55	660	Y	50	200	1485	210	0,87	S1	
	380	D	50	200	1485	364	0,87	S1	
Eff class IE3	440	D	60	200	1788	314	0,87	S1	
	460	D	60	200	1788	305	0,86	S1	
50Hz: IE3-96,0%(100%)-96,3%(75%)-96,1%(50%)									
60Hz: IE3-96,2%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 50 °C				Overload	
Line	Ambient: 24 °C			15000 MΩ 1000 V					
U ₁ - V ₁	0,01078 Ω								
U ₁ - W ₁	0,01077 Ω								
V ₁ - W ₁	0,01077 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V				60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		399,9 D	50	120,2	2,12		1500	0,03	
Locked rotor test		68,1 D	50	349,2	13,39		0	0,32	
Thermal test (100% load)	1284,0	400,2 D	50	350,6	208,2	200,0	1488	0,86	96,1
Partial load points:									
~75% load	964,5	400,4 D	50	272,6	155,5	150,0	1491	0,82	96,5
~50% load	644,0	400,5 D	50	202,7	103,6	100,0	1494	0,74	96,5
~25% load	325,8	400,1 D	50	147,3	52,6	50,0	1497	0,52	95,1
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method	
Stator winding :				66	1			1 Resistance	
Frame :				25	2			2 Thermometer	
Bearing D-end :				43	2			3 Thermocouples	
Rotor:				87	3				
Ambient Temperature :				25	2				
These tests have been carried out on motor no. 3GF13169079C, on date 2013-08-07, which is identical in design with the above.									
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.									
PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer				Date of test					
				Telephone +358 10 2211					
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland				Telefax +358 10 22 47372					

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.: 3G1P142303399					
Customer:				Order No.: 3014133-1					
				Type: M2BAX 315SMB 4					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA312220-ADM					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y 50	110	1489	113	0,85	S1		
Insulation class F	400	D 50	110	1489	195	0,85	S1		
IP55	660	Y 50	110	1488	116	0,86	S1		
	380	D 50	110	1488	201	0,86	S1		
Eff class IE3	440	D 60	110	1789	176	0,86	S1		
	460	D 60	110	1789	170	0,85	S1		
50Hz: IE3-95,4%(100%)-95,4%(75%)-94,8%(50%) 60Hz: IE2-95,0%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 53 °C		Overload			
Line	Ambient: 23 °C			MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,02134 Ω								
U ₁ - W ₁	0,02134 Ω								
V ₁ - W ₁	0,02132 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η[%]
No load test		400,0 D	50	68,9	2,26		1500	0,05	
Locked rotor test		65,0 D	50	195,1	6,53		0	0,30	
Thermal test (100% load)	705,5	400,2 D	50	196,4	115,3	110,0	1489	0,85	95,4
Partial load points:									
~75% load	527,5	400,3 D	50	153,7	86,5	82,5	1492	0,81	95,4
~50% load	352,8	400,4 D	50	115,5	58,0	55,0	1495	0,73	94,8
~25% load	173,0	400,1 D	50	85,6	30,0	27,5	1498	0,51	91,8
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method		
Stator winding :		53		1			1 Resistance		
Frame :		29		2			2 Thermocouples		
Bearing D-end :		46		2			3 Thermometer		
Rotor:		67		3					
Ambient Temperature :		25		2					
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p>									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer		Date of test		25.6.2014					
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																													
				Serial No.: 3G1P142303400																																																													
				Order No.: 939043-20																																																													
				Type: M2BAX 315SMC 4																																																													
				Product Code: 3GBA312230-ADM																																																													
Rating:				<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>690</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>132</td> <td>1488</td> <td>134</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>132</td> <td>1488</td> <td>231</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>132</td> <td>1486</td> <td>138</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>380</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>132</td> <td>1486</td> <td>240</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>440</td> <td>D</td> <td>60</td> <td>132</td> <td>1788</td> <td>225</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>460</td> <td>D</td> <td>60</td> <td>132</td> <td>1789</td> <td>202</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	690	Y	50	132	1488	134	0,86	S1	400	D	50	132	1488	231	0,86	S1	660	Y	50	132	1486	138	0,87	S1	380	D	50	132	1486	240	0,87	S1	440	D	60	132	1788	225	0,86	S1	460	D	60	132	1789	202	0,86	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																											
690	Y	50	132	1488	134	0,86	S1																																																										
400	D	50	132	1488	231	0,86	S1																																																										
660	Y	50	132	1486	138	0,87	S1																																																										
380	D	50	132	1486	240	0,87	S1																																																										
440	D	60	132	1788	225	0,86	S1																																																										
460	D	60	132	1789	202	0,86	S1																																																										
3~Motor Insulation class F IP55 Eff class IE3				50Hz: IE3-95,6%(100%)-95,7%(75%)-95,4%(50%) 60Hz: IE2-95,0%(100%)																																																													
Resistance Line				Ambient: 22 °C			Insulation resistance at 51 °C 3000 MΩ 1000 V			Overload Torque 160% 15s																																																							
U ₁ - V ₁ U ₁ - W ₁ V ₁ - W ₁				0,01761 Ω 0,01762 Ω 0,01762 Ω			High-voltage test winding 1900 V 60 s																																																										
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]																																																								
No load test		400,1 D	50	73,5	2,16		1500	0,04																																																									
Locked rotor test		67,8 D	50	231,0	8,02		0	0,30																																																									
Thermal test (100% load)	847,2	400,3 D	50	231,3	137,9	132,0	1488	0,86	95,7																																																								
Partial load points:																																																																	
~75% load	633,2	400,2 D	50	179,3	103,2	99,0	1492	0,83	95,9																																																								
~50% load	426,8	400,3 D	50	132,3	69,1	66,0	1495	0,75	95,5																																																								
~25% load	213,2	400,1 D	50	93,8	35,4	33,0	1498	0,55	93,2																																																								
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method		Measurement method																																																									
Stator winding :				60	1			1 Resistance																																																									
Frame :				28	2			2 Thermocouples																																																									
Bearing D-end :				47	2			3 Thermometer																																																									
Rotor :				73	3																																																												
Ambient Temperature :				25	2																																																												
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																																																	
On behalf of customer																																																																	
On behalf of manufacturer Date of test 27.6.2014																																																																	
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372																																																											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.:					
				Order No.:					
				Type: M2BAX 315SMD 4 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA312240-ADM					
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y	50	160	1488	164	0,85 S1	
Insul.cl.F		400	D	50	160	1488	284	0,85 S1	
IP55		660	Y	50	160	1486	170	0,86 S1	
		380	D	50	160	1486	293	0,86 S1	
		440	D	60	160	1788	256	0,86 S1	
Eff class IE3		460	D	60	160	1789	248	0,85 S1	
		50Hz: IE3-95,8%(100%)-95,9%(75%)-95,5%(50%)							
		60Hz: IE2-95,0%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 53 °C		Overload			
Line Ambient: 22 °C				21000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁ 0,01372 Ω									
U ₁ - W ₁ 0,01373 Ω									
V ₁ - W ₁ 0,01372 Ω									
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		399,9 D	50	94,1	2,36		1500	0,04	
Locked rotor test		67,1 D	50	282,8	10,16		0	0,31	
Thermal test (100% load)	1027,0	400,0 D	50	282,2	166,9	160,0	1489	0,85	95,9
Partial load points:									
~75% load	768,0	400,0 D	50	219,7	124,9	120,0	1492	0,82	96,1
~50% load	511,0	400,2 D	50	163,0	83,5	80,0	1495	0,74	95,9
~25% load	255,0	400,2 D	50	117,4	42,7	40,0	1498	0,52	93,8
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				60	1	1 Resistance			
Frame :				35	2	2 Thermometer			
Bearing N-end :				42	2	3 Thermocouples			
Rotor :				86	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13170390, on date 2013-09-13, which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
On behalf of manufacturer				Date of test					
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014							
				Serial No.:							
				Type: M2BAX 355SMA 4 IMB3/IM1001							
				Product Code: 3GBA352210-ADM							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	250	1491	253	0,86	S1
Insul.cl.F				400	D	50	250	1491	436	0,86	S1
IP55				660	Y	50	250	1490	260	0,86	S1
				380	D	50	250	1490	453	0,86	S1
Eff class IE3				440	D	60	250	1791	393	0,86	S1
				460	D	60	250	1792	380	0,85	S1
				50Hz: IE3-96,0%(100%)-96,0%(75%)-95,5%(50%)							
				60Hz: IE3-96,2%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 63 °C				Overload			
Line				Ambient: 24 °C				4600 MΩ 1000 V			
U ₁ - V ₁				0,00633 Ω				Torque 160% 15s			
U ₁ - W ₁				0,00633 Ω							
V ₁ - W ₁				0,00633 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,0 D	50	127,8	3,73		1500	0,04			
Locked rotor test		70,4 D	50	435,5	14,7		0	0,28			
Thermal test (100% load)	1601,0	400,5 D	50	435,4	259,0	250,0	1491	0,86	96,5		
Partial load points:											
~75% load	1202,1	400,3 D	50	336,4	194,2	187,5	1494	0,83	96,5		
~50% load	807,0	400,4 D	50	245,8	130,1	125,0	1496	0,76	96,1		
~25% load	404,4	400,3 D	50	170,3	66,6	62,5	1498	0,56	93,8		
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method			
Stator winding :				55	1			1 Resistance			
Frame :				26	2			2 Thermometer			
Bearing D-end :				35	2			3 Thermocouples			
Rotor :				77	3						
Ambient Temperature :				25	2						
These tests have been carried out on motor no. 3GF13166411, on date 2013-07-04 which is identical in design with the above.											
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer Date of test											
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland											
Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																													
				Serial No.: 3G1P142500754																																																													
				Order No.: 939043-70																																																													
				Type: M2BAX 355SMB 4																																																													
				Product Code: 3GBA352220-ADM																																																													
Rating:				<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>690</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>315</td> <td>1491</td> <td>319</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>315</td> <td>1491</td> <td>550</td> <td>0,86</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>Y</td> <td>50</td> <td>315</td> <td>1490</td> <td>328</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>380</td> <td>D</td> <td>50</td> <td>315</td> <td>1490</td> <td>571</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>440</td> <td>D</td> <td>60</td> <td>315</td> <td>1791</td> <td>494</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>460</td> <td>D</td> <td>60</td> <td>315</td> <td>1792</td> <td>494</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>							V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	690	Y	50	315	1491	319	0,86	S1	400	D	50	315	1491	550	0,86	S1	660	Y	50	315	1490	328	0,87	S1	380	D	50	315	1490	571	0,87	S1	440	D	60	315	1791	494	0,87	S1	460	D	60	315	1792	494	0,87	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																											
690	Y	50	315	1491	319	0,86	S1																																																										
400	D	50	315	1491	550	0,86	S1																																																										
660	Y	50	315	1490	328	0,87	S1																																																										
380	D	50	315	1490	571	0,87	S1																																																										
440	D	60	315	1791	494	0,87	S1																																																										
460	D	60	315	1792	494	0,87	S1																																																										
3~Motor				50Hz: IE3-96,0%(100%)-96,1%(75%)-95,5%(50%)																																																													
Insul.cl.F				60Hz: IE3-96,2%(100%)																																																													
IP55																																																																	
Eff class IE3																																																																	
Resistance				Insulation resistance at 22 °C				Overload																																																									
Line				12000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s																																																									
U ₁ - V ₁				0,00452 Ω																																																													
U ₁ - W ₁				0,00452 Ω																																																													
V ₁ - W ₁				0,00453 Ω																																																													
				High-voltage test winding 1900 V				60 s																																																									
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]																																																								
No load test		400,0 D	50	166,6	4,65		1500	0,04																																																									
Locked rotor test		67,0 D	50	549,6	18,0		0	0,28																																																									
Thermal test (100% load)	2018	400,9 D	50	545,2	326,2	315,0	1491	0,86	96,6																																																								
Partial load points:																																																																	
~75% load	1512	400,7 D	50	422,5	244,5	236,3	1494	0,84	96,6																																																								
~50% load	1007	400,5 D	50	309,8	163,8	157,5	1496	0,76	96,2																																																								
~25% load	503,4	400,8 D	50	216,3	83,8	78,8	1498	0,56	93,9																																																								
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method																																																										
Stator winding :				59	1		1 Resistance																																																										
Frame :				18	2		2 Thermocouples																																																										
Bearing D-end :				46	2		3 Thermometer																																																										
Rotor :				89	3																																																												
Ambient Temperature :				25	2																																																												
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test 4.7.2014</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>																																																																	

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 355SMC 4 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA352230-ADM					
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y 50	355	1490	360	0,86	S1	
Insul.cl.F		400	D 50	355	1490	616	0,86	S1	
IP55		660	Y 50	355	1490	371	0,87	S1	
		380	D 50	355	1490	643	0,87	S1	
Eff class IE3		440	D 60	355	1790	559	0,87	S1	
		460	D 60	355	1791	541	0,86	S1	
50Hz: IE3-96,0%(100%)-96,1%(75%)-95,8%(50%)									
60Hz: IE3-96,2%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 48 °C				Overload	
Line		Ambient: 24 °C		13000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s	
U ₁ - V ₁		0,00434 Ω							
U ₁ - W ₁		0,00434 Ω							
V ₁ - W ₁		0,00435 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s	
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,1 D	50	179,5	5,19		1500	0,04	
Locked rotor test		70,2 D	50	617,5	22,0		0	0,29	
Thermal test (100% load)	2275	400,4 D	50	616,4	368,9	355,0	1491	0,86	96,2
Partial load points:									
~75% load	1725	400,4 D	50	474,4	276,2	266,3	1494	0,84	96,4
~50% load	1135	400,7 D	50	344,2	184,8	177,5	1496	0,78	96,1
~25% load	566,4	401,0 D	50	235,8	94,5	88,8	1498	0,58	93,9
Temperature rise at rated load.			°C	K	Method		Measurement method		
Stator winding :			71	1			1 Resistance		
Frame :			22	2			2 Thermometer		
Bearing D-end :			41	2			3 Thermocouples		
Rotor :			106	3					
Ambient Temperature :			25	2					
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13167852, on date 2013-08-11 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p>									
						Telephone +358 10 2211			
						Telefax +358 10 22 47372			

Computer print-out valid without signature.

IE3 2 polos



Test Report				Date of issue: 29.7.2014							
				Serial No.: 3G1P141700168							
				Type: M2BAX 132SME 2							
				Product Code: 3GBA131250-ADD							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	7,5	2901	7,6	0,91	S1
Insul.cl.F				400	D	50	7,5	2901	13,1	0,91	S1
IP55				660	Y	50	7,5	2883	8,0	0,92	S1
				380	D	50	7,5	2883	13,9	0,92	S1
				440	D	60	7,5	3506	12,0	0,91	S1
				460	D	60	7,5	3515	11,4	0,91	S1
				50Hz : IE3-90,1%(100%)-91,1%(75%)-91,2%(50%)							
				60Hz : IE3-90,2%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 70,1 °C				Overload			
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160 % 15s			
U ₁ - V ₁				Ambient: 19,2 °C							
U ₁ - W ₁				0,92200 Ω							
V ₁ - W ₁				0,92300 Ω							
				0,92400 Ω							
				High-voltage test winding 1900 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,6 D	50	3,15	0,20		3000	0,0916			
Locked rotor test		79 D	50	13,26	0,69		0	0,3818			
Thermal test (100% load)	24,8	400,3 D	50	13,14	8,29	7,50	2901	0,91	90,5		
Partial load points:											
~75% load	18,6	400,2 D	50	9,99	6,15	5,62	2929	0,89	91,5		
~50% load	12,4	400,7 D	50	7,08	4,09	3,75	2954	0,84	91,6		
~25% load	6,2	400,1 D	50	4,57	2,11	1,87	2978	0,67	88,8		
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method				
Stator winding :				45,5	1	1 Resistance					
Frame :				15,9	3	2 Thermometer					
Bearing D-end :				22,2	3	3 Thermocouples					
Ambient Temperature :				25	2						
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test 20.5.2014</p> <p>Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain</p> <p>Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33</p>											

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report					Date of issue: 22.7.2014							
					Serial No.: 3G1P141700170							
Customer:					Order No.:							
					Type: M2BAX 160MLA 2							
					Product Code: 3GBA161410-ADD							
					Protection type: IP55							
Customer ref.:												
Rating:												
					V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor					690	Y	50	11	2943	11,1	0,91	S1
Insul.cl.F					400	D	50	11	2943	19,1	0,91	S1
IP55					660	Y	50	11	2933	11,5	0,92	S1
					380	D	50	11	2933	20,1	0,92	S1
Eff class IE3					440	D	60	11	3545	17,3	0,92	S1
					460	D	60	11	3549	16,6	0,91	S1
					50Hz: IE3-91,2%(100%)-92,0%(75%)-91,6%(50%)							
					60Hz: IE3-91,0%(100%)							
Resistance Line					Insulation resistance at 70 °C					Overload		
Ambient: 17 °C					2000 MΩ 1000 V					Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁					0,48940 Ω					Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁					0,48920 Ω					Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁					0,48980 Ω							
					High-voltage test winding 1900 V					60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]			
No load test		400,4 D	50	4,8	0,32		2998	0,09				
Locked rotor test		74,3 D	50	19,8	1,00		0	0,39				
Thermal test (100% load)	35,7	400,6 D	50	19,1	12,0	11,0	2943	0,91	91,5			
Partial load points:												
~75% load	26,8	401,1 D	50	14,4	9,0	8,3	2960	0,90	92,2			
~50% load	17,9	400,5 D	50	10,2	6,0	5,5	2974	0,85	91,9			
~25% load	8,9	401,5 D	50	6,6	3,1	2,8	2988	0,68	88,5			
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method		Measurement method				
Stator winding :					47	1		1 Resistance				
Frame :					19	2		2 Thermocouples				
Bearing D-end :					25	2		3 Thermometer				
Rotor:					62	3						
Ambient Temperature :				25		2						
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.												
PLL determined from residual loss.												
On behalf of customer												
On behalf of manufacturer			Date of test			26.5.2014						
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain						Telephone		+34 93 728 85 00				
						Telefax		+34 93 728 85 33				

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 22.7.2014					
				Serial No.: 3G1P141700171					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 160MLB 2					
				Product Code: 3GBA161420-ADD					
				Protection type: IP55					
Customer ref.:									
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3-Motor	690	Y	50	15	2947	15,4	0,88	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	15	2947	26,5	0,88	S1	
IP55	660	Y	50	15	2939	15,8	0,90	S1	
	380	D	50	15	2939	27,5	0,90	S1	
Eff class IE3	440	D	60	15	3550	23,6	0,90	S1	
	460	D	60	15	3554	22,7	0,89	S1	
				50Hz: IE3-91,9%(100%)-92,2%(75%)-91,8%(50%)					
				60Hz: IE3-91,0%(100%)					
Resistance				Insulation resistance at 80 °C		Overload			
Line	Ambient: 22 °C			2000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,29820 Ω					Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁	0,29820 Ω					Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁	0,29830 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,7 D	50	8,8	0,40		2998	0,07	
Locked rotor test		62,2 D	50	27,6	1,27		0	0,43	
Thermal test (100% load)	48,7	400,3 D	50	26,5	16,2	15,0	2947	0,88	92,6
Partial load points:									
~75% load	36,5	400,4 D	50	20,7	12,1	11,3	2960	0,85	92,9
~50% load	24,3	401,3 D	50	15,4	8,1	7,5	2973	0,76	92,5
~25% load	12,2	401,4 D	50	11,1	4,2	3,8	2986	0,55	89,1
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method	
Stator winding :				52	1			1 Resistance	
Frame :				22	2			2 Thermocouples	
Bearing D-end :				54	2			3 Thermometer	
Rotor:				73	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer									
Date of test 5.6.2014									
<p>Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain</p> <p>Telephone +34 93 728 85 00</p> <p>Telefax +34 93 728 85 33</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 23.7.2014					
				Serial No.: 3G1P141700172					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 160MLC 2					
				Product Code: 3GBA161430-ADD					
				Protection type: IP55					
Customer ref.:									
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	18,5	2949	18,2	0,90	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	18,5	2949	32,0	0,90	S1	
IP55	660	Y	50	18,5	2939	18,8	0,91	S1	
	380	D	50	18,5	2939	33,5	0,91	S1	
Eff class IE3	440	D	60	18,5	3551	28,8	0,90	S1	
	460	D	60	18,5	3555	27,9	0,89	S1	
				50Hz: IE3-92,4%(100%)-93,0%(75%)-92,6%(50%)					
				60Hz: IE3-91,7%(100%)					
Resistance Line				Insulation resistance at 80 °C			Overload		
Ambient: 19 °C				2000 MΩ 1000 V			Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁							Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁							Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁									
				High-voltage test winding 1900 V			60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,4 D	50	9,5	0,43		2998	0,07	
Locked rotor test		57,8 D	50	31,2	1,36		0	0,43	
Thermal test (100% load)	60,0	401,1 D	50	32,0	19,9	18,5	2949	0,90	93,0
Partial load points:									
~75% load	44,9	401,7 D	50	24,7	14,9	13,9	2962	0,87	93,5
~50% load	29,9	402,5 D	50	18,0	9,9	9,3	2975	0,80	93,2
~25% load	15,0	402,5 D	50	12,5	5,1	4,6	2989	0,59	90,4
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				55	1	1 Resistance			
Frame :				21	2	2 Thermocouples			
Bearing D-end :				29	2	3 Thermometer			
Rotor:				76	3				
Ambient Temperature :				25	2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.									
PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer									
Date of test 28.5.2014									
Telephone +34 93 728 85 00									
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain									
Telefax +34 93 728 85 33									

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 2.10.2014					
				Serial No.: 3G1P141700177					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 180MLA 2					
				Product Code: 3GBA181410-ADD					
				Protection type: IP55					
Customer ref.:									
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y 50	22,0	2956	21,8	0,90	S1	
Insul.cl.F		400	D 50	22,0	2956	37,7	0,90	S1	
IP55		660	Y 50	22,0	2947	22,7	0,91	S1	
		380	D 50	22,0	2947	39,5	0,91	S1	
Eff class IE3		440	D 60	22,0	3557	34,1	0,90	S1	
		460	D 60	22,0	3560	33	0,89	S1	
50Hz: IE3-92,7%(100%)-93,1%(75%)-92,7%(50%)									
60Hz: IE3-91,7%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 82 °C		Overload			
Line Ambient: 26 °C				2000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁ 0,21410 Ω						Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁ 0,21400 Ω						Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁ 0,21330 Ω									
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η[%]
No load test		400,4 D	50	10,4	0,49		2998	0,07	
Locked rotor test		65,8 D	50	38,0	1,86		0	0,43	
Thermal test (100% load)	71,2	400,1 D	50	37,7	23,5	22,0	2956	0,90	93,7
Partial load points:									
~75% load	53,4	402,5 D	50	28,8	17,5	16,5	2968	0,88	94,1
~50% load	35,5	400,6 D	50	20,8	11,7	11,0	2979	0,82	93,7
~25% load	17,8	400,8 D	50	14,0	6,1	5,5	2989	0,63	90,8
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				54	1		1 Resistance		
Frame :				24	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				24	2		3 Thermometer		
Rotor:				68	3				
Ambient Temperature :				25	2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.									
PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer Date of test 13.6.2014									
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain						Telephone +34 93 728 85 00			
						Telefax +34 93 728 85 33			

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.: 3G1P141700181					
Customer:				Order No.:					
				Type: M2BAX 200MLA 2					
Customer ref.:				Product Code: 3GBA201410-ADD					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y 50	30,0	2957	30,5	0,88	S1		
Insul.cl.F	400	D 50	30,0	2957	52,4	0,88	S1		
IP55	660	Y 50	30,0	2951	31,6	0,89	S1		
	380	D 50	30,0	2951	55,0	0,89	S1		
Eff class IE3	440	D 60	30,0	3559	47,2	0,89	S1		
	460	D 60	30,0	3563	45,7	0,88	S1		
50Hz: IE3-93,3%(100%)-93,8%(75%)-93,6%(50%)									
60Hz: IE3-92,4%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 89 °C		Overload			
Line	Ambient: 23 °C		2000 MΩ		1000 V	Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,12650 Ω					Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁	0,12670 Ω					Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁	0,12630 Ω								
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,5 D	50	13,3	0,61		2998	0,07	
Locked rotor test		72,9 D	50	52,3	2,30		0	0,35	
Thermal test (100% load)	97,0	400,2 D	50	52,4	32,1	30,0	2957	0,88	93,6
Partial load points:									
~75% load	73,4	400,7 D	50	40,0	23,9	22,5	2970	0,86	94,1
~50% load	49,0	399,8 D	50	28,7	16,0	15,0	2980	0,80	93,9
~25% load	24,5	400,6 D	50	18,9	8,2	7,5	2990	0,63	91,4
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				59	1		1 Resistance		
Frame :				30	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				28	2		3 Thermometer		
Rotor:				77	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>									
<p>On behalf of manufacturer</p> <p>Date of test 30.6.2014</p> <p>Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain</p> <p>Telephone +34 93 728 85 00</p> <p>Telefax +34 93 728 85 33</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014						
Customer:				Serial No.: 3G1P141700182						
				Order No.: Type: M2BAX 200MLB 2 Product Code: 3GBA201420-ADD						
Customer ref.:										
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3-Motor				690	Y 50	37,0	2960	37,0	0,89	S1
Insul.cl.F				400	D 50	37,0	2960	64,2	0,89	S1
IP55				660	Y 50	37,0	2953	38,8	0,89	S1
				380	D 50	37,0	2953	67,2	0,89	S1
Eff class IE3				440	D 60	37,0	3561	57,8	0,89	S1
				460	D 60	37,0	3565	56	0,88	S1
				50Hz: IE3-93,7%(100%)-94,2%(75%)-94,1%(50%) 60Hz: IE3-93,0%(100%)						
Resistance				Insulation resistance at 92 °C				Overload		
Line				Ambient: 25 °C				Torque 160% 15s		
U ₁ - V ₁				0,08790 Ω				Speed 120% 120s		
U ₁ - W ₁				0,08780 Ω				Current 150% 15s		
V ₁ - W ₁				0,08760 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,3 D	50	16,8	0,69		2998	0,06		
Locked rotor test		68,0 D	50	64,8	2,70		0	0,35		
Thermal test (100% load)	119,4	399,8 D	50	64,2	39,3	37,0	2960	0,89	94,1	
Partial load points:										
~75% load	89,6	399,9 D	50	49,1	29,3	27,8	2972	0,86	94,6	
~50% load	59,8	400,2 D	50	35,2	19,6	18,5	2981	0,80	94,5	
~25% load	29,9	400,4 D	50	23,3	10,0	9,3	2990	0,62	92,1	
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method			
Stator winding :				61	1		1 Resistance			
Frame :				24	2		2 Thermocouples			
Bearing D-end :				30	2		3 Thermometer			
Rotor:				80	3					
Ambient Temperature :				25	2					
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer Date of test 30.6.2014										
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain										
Telephone +34 93 728 85 00 Telefax +34 93 728 85 33										

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
Customer:				Serial No.: 3G1P141700186					
Customer ref.:				Type: M2BAX 225SMA 2		Product Code: 3GBA221210-ADD			
Rating:									
		V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor		690	Y 50	45	2968	46	0,87	S1	
Insul.cl.F		400	D 50	45	2968	79,6	0,87	S1	
IP55		660	Y 50	45	2965	47,7	0,88	S1	
		380	D 50	45	2965	83,2	0,88	S1	
Eff class IE3		440	D 60	45	3568	71,8	0,88	S1	
		460	D 60	45	3570	67,4	0,89	S1	
50Hz: IE3-94,0%(100%)-94,0%(75%)-93,0%(50%)				60Hz: IE3-93,6%(100%)					
Resistance				Insulation resistance at 39 °C		Overload			
Line Ambient: 23 °C				2000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁ 0,06568 Ω						Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁ 0,06572 Ω						Current 150% 15s			
V ₁ - W ₁ 0,06567 Ω									
				High-voltage test winding 1900 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η[%]
No load test		400,0 D	50	21,5	1,25		2998	0,08	
Locked rotor test		71,4 D	50	78,5	3,56		0	0,37	
Thermal test (100% load)	144,8	400,2 D	50	79,6	47,9	45,0	2968	0,87	94,1
Partial load points:									
~75% load	108,6	400,0 D	50	61,1	35,9	33,8	2977	0,85	94,1
~50% load	72,2	400,0 D	50	44,1	24,1	22,5	2985	0,79	93,2
~25% load	36,3	400,0 D	50	29,6	12,6	11,3	2992	0,62	89,2
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				57	1		1 Resistance		
Frame :				35	2		2 Thermocouples		
Bearing D-end :				34	2		3 Thermometer		
Rotor:				54	3				
Ambient Temperature :				25	2				
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer Date of test 16.6.2014									
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland									
Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 24.9.2014							
				Serial No.: 3G1P141700190							
Customer:				Order No.:							
				Type: M2BAX 250SMA 2							
				Product Code: 3GBA251210-ADD							
				Protection type: IP55							
Customer ref.:											
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	55	2968	54,9	0,89	S1
Insul.cl.F				400	D	50	55	2968	94,8	0,89	S1
IP55				660	Y	50	55	2963	54,7	0,89	S1
				380	D	50	55	2960	99,6	0,89	S1
Eff class IE3				440	D	60	55	3566	85,9	0,89	S1
				460	D	60	55	3569	82,7	0,90	S1
				50Hz: IE3-94,3%(100%)-93,7%(75%)-93,6%(50%)							
				60Hz: IE3-93,6%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 99 °C				Overload			
Line				2000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁				Ambient: 22 °C				Speed 120% 120s			
0,05823 Ω								Current 150% 15s			
U ₁ - W ₁				0,05819 Ω							
V ₁ - W ₁				0,05820 Ω							
				High-voltage test winding 1900 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		400,2 D	50	24,1	1,28		2998	0,08			
Locked rotor test		72,1 D	50	94,8	4,30		0	0,36			
Thermal test (100% load)	176,7	400,4 D	50	94,8	58,2	55,0	2968	0,89	94,6		
Partial load points:											
~75% load	132,6	400,3 D	50	72,6	43,6	41,3	2975	0,87	94,6		
~50% load	88,4	400,3 D	50	52,1	29,3	27,5	2983	0,81	94,0		
~25% load	44,5	400,6 D	50	34,7	15,2	13,8	2990	0,63	90,6		
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method		Measurement method			
Stator winding :					66	1		1 Resistance			
Frame :					39	2		2 Thermocouples			
Bearing D-end :					48	2		3 Thermometer			
Rotor:					81	3					
Ambient Temperature :				25		2					
Starting current (I _S / I _N) : 6,83											
Locked rotor torque (T _L / T _N) : 2,37											
Pull-up torque (T _U / T _N) : 1,99											
Breakdown torque (T _B / T _N) : 2,98											
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.											
PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer											
Date of test 24.9.2014											
Telephone +34 93 728 85 00											
Tested by Asea Brown Boveri, S.A., Fabrica Motores , 08192 Sant Quirze del Valles , Spain											
Telefax +34 93 728 85 33											

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																				
				Serial No.: 3G1P142500751																																																				
				Order No.:																																																				
				Type: M2BAX 280SMB 2																																																				
				Product Code: 3GBA281220-ADM																																																				
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>75</td> <td>2978</td> <td>75</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>75</td> <td>2978</td> <td>130</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>660</td> <td>Y 50</td> <td>75</td> <td>2974</td> <td>78</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>380</td> <td>D 50</td> <td>75</td> <td>2974</td> <td>136</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>440</td> <td>D 60</td> <td>75</td> <td>3577</td> <td>118</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>460</td> <td>D 60</td> <td>75</td> <td>3577</td> <td>114</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table>						V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	690	Y 50	75	2978	75	0,88	S1	400	D 50	75	2978	130	0,88	S1	660	Y 50	75	2974	78	0,88	S1	380	D 50	75	2974	136	0,88	S1	440	D 60	75	3577	118	0,89	S1	460	D 60	75	3577	114	0,88	S1
V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																		
690	Y 50	75	2978	75	0,88	S1																																																		
400	D 50	75	2978	130	0,88	S1																																																		
660	Y 50	75	2974	78	0,88	S1																																																		
380	D 50	75	2974	136	0,88	S1																																																		
440	D 60	75	3577	118	0,89	S1																																																		
460	D 60	75	3577	114	0,88	S1																																																		
3-Motor																																																								
Insul.cl.F																																																								
IP55																																																								
Eff class IE3																																																								
		50Hz: IE3-94,7%(100%)-94,6%(75%)-93,8%(50%) 60Hz: IE3-94,1%(100%)																																																						
Resistance		Insulation resistance at 54 °C				Overload																																																		
Line		5000 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s																																																		
U ₁ - V ₁		Ambient: 29 °C 0,02668 Ω																																																						
U ₁ - W ₁		0,02671 Ω																																																						
V ₁ - W ₁		0,02673 Ω																																																						
		High-voltage test winding 1900 V				60 s																																																		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																																															
No load test		400,0 D	50	34,6	1,98		3000	0,08																																																
Locked rotor test		64,3 D	50	129,9	4,59		0	0,32																																																
Thermal test (100% load)	240,5	400,2 D	50	130,3	79,0	75,0	2976	0,88	94,9																																															
Partial load points:																																																								
~75% load	180,8	400,1 D	50	100,2	59,4	56,3	2983	0,86	94,8																																															
~50% load	121,0	400,0 D	50	72,6	40,0	37,5	2989	0,80	93,8																																															
~25% load	60,7	400,0 D	50	48,7	20,9	18,8	2995	0,62	89,9																																															
Temperature rise at rated load.		[°C]		[K]	Method		Measurement method																																																	
Stator winding :				58	1		1 Resistance																																																	
Frame :				36	2		2 Thermocouples																																																	
Bearing D-end :				50	2		3 Thermometer																																																	
Rotor :				72	3																																																			
Ambient Temperature :		25			2																																																			
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>																																																								
On behalf of customer																																																								
On behalf of manufacturer		Date of test		11.7.2014																																																				
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone		+358 10 2211																																																
						Telefax		+358 10 22 47372																																																

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014																																																													
				Serial No.:																																																													
				Order No.:																																																													
				Type: M2BAX 280SMC 2 IMB3/IM1001																																																													
				Product Code: 3GBA281230-ADM																																																													
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3-Motor</td> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>90</td> <td>2975</td> <td>90</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>Insul.cl.F</td> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>90</td> <td>2975</td> <td>156</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>IP55</td> <td>660</td> <td>Y 50</td> <td>90</td> <td>2972</td> <td>93</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>380</td> <td>D 50</td> <td>90</td> <td>2972</td> <td>162</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>440</td> <td>D 60</td> <td>90</td> <td>3576</td> <td>143</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>Eff class IE3</td> <td>460</td> <td>D 60</td> <td>90</td> <td>3578</td> <td>139</td> <td>0,87</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table> <p>50Hz: IE3-95,0%(100%)-95,1%(75%)-94,6%(50%) 60Hz: IE3-95,0%(100%)</p>									V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	3-Motor	690	Y 50	90	2975	90	0,88	S1	Insul.cl.F	400	D 50	90	2975	156	0,88	S1	IP55	660	Y 50	90	2972	93	0,89	S1		380	D 50	90	2972	162	0,89	S1		440	D 60	90	3576	143	0,87	S1	Eff class IE3	460	D 60	90	3578	139	0,87	S1
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																										
3-Motor	690	Y 50	90	2975	90	0,88	S1																																																										
Insul.cl.F	400	D 50	90	2975	156	0,88	S1																																																										
IP55	660	Y 50	90	2972	93	0,89	S1																																																										
	380	D 50	90	2972	162	0,89	S1																																																										
	440	D 60	90	3576	143	0,87	S1																																																										
Eff class IE3	460	D 60	90	3578	139	0,87	S1																																																										
Resistance		Ambient: 23 °C Line U ₁ - V ₁ 0,02179 Ω U ₁ - W ₁ 0,02175 Ω V ₁ - W ₁ 0,02180 Ω				Insulation resistance at 68 °C 26970 MΩ 1000 V		Overload Torque 160% 15s																																																									
						High-voltage test winding 2400 V 60 s																																																											
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]																																																								
No load test		400,1 D	50	40,5	2,04		3000	0,07																																																									
Locked rotor test		67,5 D	50	154,0	5,28		0	0,29																																																									
Thermal test (100% load)	288,8	400,1 D	50	155,7	94,7	90,0	2975	0,88	95,1																																																								
Partial load points:																																																																	
~75% load	216,7	400,1 D	50	119,1	71,0	67,5	2982	0,86	95,1																																																								
~50% load	144,0	400,1 D	50	85,5	47,7	45,0	2989	0,81	94,4																																																								
~25% load	72,5	400,1 D	50	56,8	24,7	22,5	2995	0,63	91,0																																																								
Temperature rise at rated load.		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>[°C]</th> <th>[K]</th> <th>Method</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Stator winding :</td> <td></td> <td>57</td> <td>1</td> </tr> <tr> <td>Frame :</td> <td></td> <td>31</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Bearing D-end :</td> <td></td> <td>33</td> <td>2</td> </tr> <tr> <td>Rotor :</td> <td></td> <td>70</td> <td>3</td> </tr> <tr> <td>Ambient Temperature :</td> <td>25</td> <td></td> <td>2</td> </tr> </tbody> </table>					[°C]	[K]	Method	Stator winding :		57	1	Frame :		31	2	Bearing D-end :		33	2	Rotor :		70	3	Ambient Temperature :	25		2	Measurement method 1 Resistance 2 Thermometer 3 Thermocouples																																			
	[°C]	[K]	Method																																																														
Stator winding :		57	1																																																														
Frame :		31	2																																																														
Bearing D-end :		33	2																																																														
Rotor :		70	3																																																														
Ambient Temperature :	25		2																																																														
These tests have been carried out on motor no. 3GF13166412, on date 2013-07-21, which is identical in design with the above.																																																																	
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.																																																																	
On behalf of customer																																																																	
On behalf of manufacturer				Date of test																																																													
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372																																																											

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014																																																														
				Serial No.: 3G1P142500753																																																														
				Type: M2BAX 315 MLA 2 B3 Product Code: 3GBA311410-ADM																																																														
Rating:		<table border="1"> <thead> <tr> <th></th> <th>V</th> <th>Hz</th> <th>kW</th> <th>r/min</th> <th>A</th> <th>cos φ</th> <th>Duty</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>3~Motor</td> <td>690</td> <td>Y 50</td> <td>200</td> <td>2983</td> <td>199</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>Insul.cl.F</td> <td>400</td> <td>D 50</td> <td>200</td> <td>2983</td> <td>342</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>IP55</td> <td>660</td> <td>Y 50</td> <td>200</td> <td>2980</td> <td>205</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>380</td> <td>D 50</td> <td>200</td> <td>2980</td> <td>356</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td></td> <td>440</td> <td>D 60</td> <td>200</td> <td>3583</td> <td>309</td> <td>0,89</td> <td>S1</td> </tr> <tr> <td>Eff class IE3</td> <td>460</td> <td>D 60</td> <td>200</td> <td>3584</td> <td>299</td> <td>0,88</td> <td>S1</td> </tr> </tbody> </table> <p>50Hz: IE3-95,8%(100%)-95,8%(75%)-95,6%(50%) 60Hz: IE3-95,8%(100%)</p>										V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	3~Motor	690	Y 50	200	2983	199	0,88	S1	Insul.cl.F	400	D 50	200	2983	342	0,88	S1	IP55	660	Y 50	200	2980	205	0,89	S1		380	D 50	200	2980	356	0,89	S1		440	D 60	200	3583	309	0,89	S1	Eff class IE3	460	D 60	200	3584	299	0,88	S1
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty																																																											
3~Motor	690	Y 50	200	2983	199	0,88	S1																																																											
Insul.cl.F	400	D 50	200	2983	342	0,88	S1																																																											
IP55	660	Y 50	200	2980	205	0,89	S1																																																											
	380	D 50	200	2980	356	0,89	S1																																																											
	440	D 60	200	3583	309	0,89	S1																																																											
Eff class IE3	460	D 60	200	3584	299	0,88	S1																																																											
Resistance				Insulation resistance at 71 °C				Overload																																																										
Line		Ambient: 28 °C		2399 MΩ 1000 V				Torque 160% 15s																																																										
U ₁ - V ₁		0,00917 Ω																																																																
U ₁ - W ₁		0,00915 Ω																																																																
V ₁ - W ₁		0,00917 Ω																																																																
				High-voltage test winding 1900 V				60 s																																																										
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]																																																									
No load test		399,9 D	50	83,7	3,22		3000	0,06																																																										
Locked rotor test		63,6 D	50	342,1	10,9		0	0,29																																																										
Thermal test (100% load)	640,3	400,4 D	50	342,3	208,1	200,0	2983	0,88	96,1																																																									
Partial load points:																																																																		
~75% load	480,8	400,1 D	50	262,2	155,9	150,0	2988	0,86	96,2																																																									
~50% load	321,5	400,0 D	50	187,9	104,4	100,0	2992	0,80	95,8																																																									
~25% load	158,0	400,0 D	50	124,1	53,5	50,0	2996	0,62	93,4																																																									
Temperature rise at rated load.			°C	K	Method		Measurement method																																																											
Stator winding :			82	1			1 Resistance																																																											
Frame :			43	2			2 Thermocouples																																																											
Bearing D-end :			53	2			3 Thermometer																																																											
Rotor :			103	3																																																														
Ambient Temperature :			25	2																																																														
<p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1.</p> <p>PLL determined from residual loss.</p>																																																																		
On behalf of customer																																																																		
On behalf of manufacturer		Date of test		24.7.2014																																																														
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372																																																												

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 315SMB 2 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA311220-ADM					
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	110	2982	111	0,87	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	110	2982	192	0,87	S1	
IP55	660	Y	50	110	2980	115	0,88	S1	
	380	D	50	110	2980	199	0,88	S1	
	440	D	60	110	3583	173	0,88	S1	
Eff class IE3	460	D	60	110	3584	168	0,87	S1	
50Hz: IE3-95,2%(100%)-95,2%(75%)-94,4%(50%)									
60Hz: IE3-95,0%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 50 °C		Overload			
Line	Ambient: 21 °C			15000 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,01881 Ω					Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁	0,01877 Ω								
V ₁ - W ₁	0,01879 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,0 D	50	52,3	2,75		3000	0,08	
Locked rotor test		68,3 D	50	191,1	5,74		0	0,25	
Thermal test (100% load)	352,3	400,2 D	50	192,4	115,5	110,0	2982	0,87	95,3
Partial load points:									
~75% load	265,0	400,2 D	50	148,3	86,8	82,5	2987	0,84	95,1
~50% load	177,0	400,1 D	50	107,8	58,4	55,0	2992	0,78	94,1
~25% load	87,8	400,2 D	50	74,6	30,4	27,5	2996	0,59	90,4
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				57	1		1 Resistance		
Frame :				32	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				35	2		3 Thermocouples		
Rotor :				69	3				
Ambient Temperature :				25	2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13166410, on date 2013-07-19, which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p>									
On behalf of customer									
On behalf of manufacturer									
Date of test									
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland									
Telephone +358 10 2211									
Telefax +358 10 22 47372									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014						
				Serial No.:						
				Order No.:						
				Type: M2BAX 315SMC 2 IMB3/IM1001						
				Product Code: 3GBA311230-ADM						
Rating:										
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty
3-Motor				690	Y 50	132	2982	132	0,88	S1
Insul.cl.F				400	D 50	132	2982	227	0,88	S1
IP55				660	Y 50	132	2979	136	0,89	S1
				380	D 50	132	2979	236	0,89	S1
				440	D 60	132	3581	208	0,88	S1
Eff class IE3				460	D 60	132	3583	201	0,87	S1
				50Hz: IE3-95,4%(100%)-95,4%(75%)-95,0%(50%)						
				60Hz: IE2-95,0%(100%)						
Resistance				Insulation resistance at 66 °C						
Line				6000 MΩ 1000 V						
U ₁ - V ₁				Ambient: 26 °C						
U ₁ - W ₁				0,01579 Ω						
V ₁ - W ₁				0,01574 Ω						
				0,01576 Ω						
				High-voltage test winding 1900 V				60 s		
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]	
No load test		400,0 D	50	58,2	2,93		3000	0,07		
Locked rotor test		66,9 D	50	225,9	6,82		0	0,26		
Thermal test (100% load)	422,7	400,2 D	50	228,6	138,3	132,0	2982	0,87	95,4	
Partial load points:										
~75% load	316,5	400,2 D	50	175,3	103,8	99,0	2987	0,86	95,4	
~50% load	210,6	400,2 D	50	126,2	69,8	66,0	2992	0,80	94,6	
~25% load	105,2	400,2 D	50	85,1	36,2	33,0	2996	0,61	91,3	
Temperature rise at rated load.				[°C]	[K]	Method	Measurement method			
Stator winding :				66	1		1 Resistance			
Frame :				35	2		2 Thermometer			
Bearing D-end :				41	2		3 Thermocouples			
Rotor :				84	3					
Ambient Temperature :				25	2					
These tests have been carried out on motor no. 3GF13167853, on date 2013-07-31, which is identical in design with the above.										
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.										
On behalf of customer										
On behalf of manufacturer Date of test										
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland										
Telephone +358 10 2211										
Telefax +358 10 22 47372										

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014							
				Serial No.:							
				Order No.:							
				Type: M2BAX 315SMD 2 IMB3/IM1001							
				Product Code: 3GBA311240-ADM							
Rating:				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	160	2983	159	0,87	S1
Insul.cl.F				400	D	50	160	2983	275	0,87	S1
IP55				660	Y	50	160	2980	166	0,88	S1
				380	D	50	160	2980	289	0,88	S1
				440	D	60	160	3584	250	0,88	S1
Eff class IE3				460	D	60	160	3585	242	0,87	S1
				50Hz: IE3-95,6%(100%)-95,5%(75%)-95,0%(50%)							
				60Hz: IE3-95,4%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 77 °C				Overload			
Line				Ambient: 21 °C				5800 MΩ 1000 V			
U ₁ - V ₁				0,01181 Ω				Torque 160% 15s Speed 120% 120s			
U ₁ - W ₁				0,01178 Ω							
V ₁ - W ₁				0,01179 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]		
No load test		399,9 D	50	71,3	3,16		3000	0,06			
Locked rotor test		64,3 D	50	273,2	8,38		0	0,28			
Thermal test (100% load)	512,2	400,8 D	50	276,7	167,2	160,0	2983	0,87	95,7		
Partial load points:											
~75% load	385,2	400,9 D	50	212,6	125,4	120,0	2988	0,85	95,7		
~50% load	254,8	401,1 D	50	153,5	84,2	80,0	2993	0,79	95,1		
~25% load	129,8	401,2 D	50	103,1	43,4	40,0	2997	0,61	92,1		
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method				
Stator winding :				69	1		1 Resistance				
Frame :				39	2		2 Thermometer				
Bearing N-end :				6	2		3 Thermocouples				
Ambient Temperature :				25	2						
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13167851, on date 2013-07-11, which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p>											
On behalf of manufacturer				Date of test							
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland						Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372					

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 355SMA 2 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA351210-ADM					
Rating:									
	V	Hz		kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor	690	Y	50	250	2984	245	0,89	S1	
Insul.cl.F	400	D	50	250	2984	422	0,89	S1	
IP55	660	Y	50	250	2982	255	0,90	S1	
	380	D	50	250	2982	442	0,90	S1	
Eff class IE3	440	D	60	250	3584	386	0,89	S1	
	460	D	60	250	3586	373	0,89	S1	
50Hz: IE3-95,8%(100%)-95,6%(75%)-94,6%(50%)									
60Hz: IE3-95,8%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 49 °C		Overload			
Line	Ambient: 23 °C			1300 MΩ 1000 V		Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁	0,00472 Ω								
U ₁ - W ₁	0,00473 Ω								
V ₁ - W ₁	0,00473 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,1 D	50	106,0	5,30		3000	0,07	
Locked rotor test		59,8 D	50	422,6	11,1		0	0,25	
Thermal test (100% load)	800,1	400,4 D	50	422,9	259,6	250,0	2985	0,89	96,3
Partial load points:									
~75% load	598,1	400,6 D	50	325,1	195,2	187,5	2989	0,87	96,1
~50% load	401,1	400,7 D	50	234,1	131,4	125,0	2993	0,81	95,2
~25% load	199,5	400,8 D	50	154,6	68,1	62,5	2997	0,64	91,8
Temperature rise at rated load.				°C	[K]	Method	Measurement method		
Stator winding :				52	1		1 Resistance		
Frame :				24	2		2 Thermometer		
Bearing D-end :				41	2		3 Thermocouples		
Ambient Temperature :				25	2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF13117609, on date 2012-08-15 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p>Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 5.12.2014					
				Serial No.:					
				Type: M2BAX 355SMB 2 IMB3/IM1001					
				Product Code: 3GBA351220-ADM					
Rating:									
	V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty		
3-Motor	690	Y	50	315	2980	308	0,89 S1		
Insul.cl.F	400	D	50	315	2980	529	0,89 S1		
IP55	660	Y	50	315	2977	322	0,89 S1		
	380	D	50	315	2977	560	0,89 S1		
Eff class IE3	440	D	60	315	3582	486	0,89 S1		
	460	D	60	315	3583	468	0,88 S1		
50Hz: IE3-95,8%(100%)-95,6%(75%)-95,0%(50%)									
60Hz: IE3-95,8%(100%)									
Resistance				Insulation resistance at 46,0 °C		Overload			
Line	Ambient: 21,0 °C			20000 MΩ 1000 V		Torque 160 % 15s			
U ₁ - V ₁	0,00439 Ω								
U ₁ - W ₁	0,00440 Ω								
V ₁ - W ₁	0,00438 Ω								
				High-voltage test winding 2400 V		60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	n[r/min]	cos φ	η [%]
No load test		400,1 D	50	124,7	5,73		3000	0,07	
Locked rotor test		66,1 D	50	533,0	16,3		0	0,27	
Thermal test (100% load)	1009,0	400,4 D	50	529,4	327,5	315,0	2980	0,89	96,2
Partial load points:									
~75% load	755,5	400,6 D	50	404,0	245,7	236,3	2986	0,88	96,1
~50% load	501,0	400,8 D	50	287,1	164,9	157,5	2991	0,83	95,5
~25% load	254,5	400,9 D	50	184,7	84,9	78,8	2996	0,66	92,8
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method	
Stator winding :				66,7	1			1 Resistance	
Frame :				31,4	2			2 Thermometer	
Bearing D-end :				49,9	2			3 Thermocouples	
Ambient Temperature :				25,0	2				
<p>These tests have been carried out on motor no. 3GF10045532, on date 2011-02-17 which is identical in design with the above.</p> <p>Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.</p> <p>On behalf of customer</p> <p>On behalf of manufacturer Date of test</p> <p>Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland</p> <p style="text-align: right;">Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372</p>									

Computer print-out valid without signature.



Test Report				Date of issue: 3.10.2014							
				Serial No.:							
				Type: M2BAX 355SMC 2 IMV1/IM3011							
				Product Code: 3GBA351230-ADM							
Rating:											
				V	Hz	kW	r/min	A	cos φ	Duty	
3~Motor				690	Y	50	355	2985	351	0,88	S1
Insul.cl.F				400	D	50	355	2985	605	0,88	S1
IP55				660	Y	50	355	2981	365	0,89	S1
				380	D	50	355	2981	633	0,89	S1
Eff class IE3				440	D	60	355	3584	548	0,88	S1
				460	D	60	355	3585	520	0,89	S1
				50Hz: IE3-95,8%(100%)-95,7%(75%)-95,0%(50%)							
				60Hz: IE3-95,8%(100%)							
Resistance				Insulation resistance at 46 °C				Overload			
Line				Ambient: 20 °C				Torque 160% 15s			
U ₁ - V ₁				0,00355 Ω							
U ₁ - W ₁				0,00355 Ω							
V ₁ - W ₁				0,00355 Ω							
				High-voltage test winding 2400 V				60 s			
Test	Torque [Nm]	Line U[V]	f[Hz]	Input I[A]	P1 [kW]	Output P2 [kW]	η[r/min]	cos φ	η [%]		
Partial load points 400V:											
~100% load	1136	400,8 D	50	605,4	367,8	355,0	2984	0,88	96,5		
~75% load	850,1	401,3 D	50	462,4	276,0	266,3	2988	0,86	96,5		
~50% load	568,7	401,8 D	50	329,6	185,2	177,5	2992	0,81	95,8		
~25% load	300,5	402,2 D	50	213,9	95,3	88,8	2996	0,64	93,1		
Temperature rise at rated load.				°C	K	Method		Measurement method			
Stator winding :				71	1			1 Resistance			
Frame :				31	2			2 Thermometer			
Bearing D-end :				30	2			3 Thermocouples			
Ambient Temperature :				25	2						
These tests have been carried out on motor no. 3GF12135940, on date 2012-12-04 which is identical in design with the above.											
Manufactured and tested in accordance with rules of IEC 60034-1 and IEC 60034-2-1. PLL determined from residual loss.											
On behalf of customer											
On behalf of manufacturer				Date of test							
Tested by ABB Oy, Motors and Generators, Vaasa, Finland				Telephone +358 10 2211 Telefax +358 10 22 47372							

Computer print-out valid without signature.

ABB, Motors and Generators
www.abb.com/motors&generators

Anexo C

Tablas de Excel con datos de prueba

Clase	Velocidad[rev/min]	Potencia Nominal, P [kW]	Potencia relativa, P/PN[%]	Par, T [Nm]	Voltage de línea [V]	Entrada		Salida		Intensidad [pu]	Pot. Absorbida [pu]	Deslizamiento	Pot. Útil [pu]
						I[A]	P1 [kW]	P2 [kW]	n[r/min]				
2	3000	0,37	100	1,3	400,7	0,9	0,5	0,37	2807	1,00	1,35	0,06	1,00
2	3000		75	0,9	400,3	0,8	0,38	0,28	2844	0,89	1,03	0,05	0,76
2	3000		50	0,6	400,1	0,7	0,27	0,19	2901	0,78	0,73	0,03	0,51
2	3000		25	0,3	400,7	0,6	0,17	0,09	2950	0,67	0,46	0,02	0,24
2	3000	0,55	100	1,9	400,4	1,3	0,71	0,55	2820	1,00	1,29	0,06	1,00
2	3000		75	1,4	440,4	1,1	0,54	0,41	2858	0,85	0,98	0,05	0,75
2	3000		50	0,9	400,5	1	0,38	0,28	2907	0,77	0,69	0,03	0,51
2	3000		25	0,5	401,6	0,9	0,23	0,14	2953	0,69	0,42	0,02	0,25
2	3000	0,75	100	2,5	399,1	1,7	0,97	0,75	2830	1,00	1,29	0,06	1,00
2	3000		75	1,9	401,8	1,4	0,73	0,59	2868	0,82	0,97	0,04	0,79
2	3000		50	1,3	399,8	1,2	0,51	0,37	2915	0,71	0,68	0,03	0,49
2	3000		25	0,6	401,1	1,1	0,29	0,19	2957	0,65	0,39	0,01	0,25
2	3000	1,1	100	3,7	400,8	2,4	1,38	1,1	2849	1,00	1,25	0,05	1,00
2	3000		75	2,8	398,1	2	1,03	0,83	2883	0,83	0,94	0,04	0,75
2	3000		50	1,8	398,9	1,6	0,71	0,55	2922	0,67	0,65	0,03	0,50
2	3000		25	0,9	400,8	1,4	0,4	0,28	2963	0,58	0,36	0,01	0,25
2	3000	1,5	100	4,9	400,7	3,4	1,84	1,5	2890	1,03	1,23	0,04	1,00
2	3000		75	3,7	400,5	2,8	1,4	1,12	2914	0,85	0,93	0,03	0,75
2	3000		50	2,5	400,8	2,4	0,97	0,75	2944	0,73	0,65	0,02	0,50
2	3000		25	1,2	400	2,1	0,57	0,37	2973	0,64	0,38	0,01	0,25
2	3000	2,2	100	7,2	400,8	4,5	2,62	2,2	2897	1,00	1,19	0,03	1,00
2	3000		75	5,4	399,6	3,6	1,97	1,65	2919	0,80	0,90	0,03	0,75
2	3000		50	3,6	401,7	2,9	1,34	1,1	2949	0,64	0,61	0,02	0,50
2	3000		25	1,8	400,4	2,4	0,74	0,55	2975	0,53	0,34	0,01	0,25
2	3000	3	100	9,8	399,1	6,1	3,56	3	2919	1,02	1,19	0,03	1,00
2	3000		75	7,4	400,4	5	2,7	2,25	2934	0,83	0,90	0,02	0,75
2	3000		50	4,9	401,4	4	1,86	1,5	2956	0,67	0,62	0,01	0,50
2	3000		25	2,5	402	3,3	1,06	0,75	2977	0,55	0,35	0,01	0,25
2	3000	4	100	13,1	401	7,9	4,71	4	2916	1,01	1,18	0,03	1,00
2	3000		75	9,8	400,1	6,3	3,55	3	2935	0,81	0,89	0,02	0,75
2	3000		50	6,5	400,4	5	2,44	2	2957	0,64	0,61	0,01	0,50
2	3000		25	3,2	400,5	4	1,37	1	2978	0,51	0,34	0,01	0,25
2	3000	5,5	100	18	399,3	10,8	6,36	5,5	2921	1,02	1,16	0,03	1,00
2	3000		75	13,6	400,2	8,7	4,83	4,12	2936	0,82	0,88	0,02	0,75
2	3000		50	9,1	399,9	6,8	3,31	2,75	2958	0,64	0,60	0,01	0,50
2	3000		25	4,5	400,7	5,3	1,85	1,37	2977	0,50	0,34	0,01	0,25
2	3000	7,5	100	24,6	399,6	14,5	8,49	7,5	2916	1,01	1,13	0,03	1,00
2	3000		75	18,5	400,8	11,7	6,42	5,62	2933	0,81	0,86	0,02	0,75
2	3000		50	12,3	400,2	9,2	4,36	3,75	2956	0,64	0,58	0,01	0,50
2	3000		25	6,1	399,4	7,2	2,38	1,87	2977	0,50	0,32	0,01	0,25
2	3000	11	100	35,9	400,9	20,7	12,26	11	2931	1,00	1,11	0,02	1,00
2	3000		75	27	399,1	16,4	9,2	8,25	2945	0,79	0,84	0,02	0,75
2	3000		50	18,2	401,1	12,6	6,2	5,5	2965	0,61	0,56	0,01	0,50
2	3000		25	9	400,2	9,6	3,31	2,75	2983	0,46	0,30	0,01	0,25
2	3000	15	100	48,9	401,1	27	16,47	15	2938	1,00	1,10	0,02	1,00
2	3000		75	36,6	401,1	21	12,33	11,3	2952	0,78	0,82	0,02	0,75
2	3000		50	24,7	399,6	15,7	8,27	7,5	2968	0,58	0,55	0,01	0,50
2	3000		25	12,7	400,1	11,4	4,35	3,75	2984	0,42	0,29	0,01	0,25
2	3000	18,5	100	60,1	401,1	33,4	20,19	18,5	2939	1,00	1,09	0,02	1,00
2	3000		75	45,5	401,7	26,3	15,11	13,9	2956	0,79	0,82	0,01	0,75
2	3000		50	30,2	401,4	19,9	10,15	9,25	2972	0,60	0,55	0,01	0,50
2	3000		25	14,9	402,2	15	5,34	4,62	2985	0,45	0,29	0,01	0,25
2	3000	22	100	71,4	400,6	39,5	23,95	22	2940	1,00	1,09	0,02	1,00
2	3000		75	53,4	401,3	31	17,89	16,5	2956	0,78	0,81	0,01	0,75
2	3000		50	35,3	400,9	23,3	12,01	11	2971	0,59	0,55	0,01	0,50
2	3000		25	17,7	399,4	17,1	6,28	5,5	2987	0,43	0,29	0,00	0,25
2	3000	30	100	97,1	402,1	55,8	32,7	30	2957	1,01	1,09	0,01	1,00
2	3000		75	73,2	401,4	44,5	26,64	22,5	2967	0,80	0,89	0,01	0,75
2	3000		50	48	401,8	34,5	16,68	15	2978	0,62	0,56	0,01	0,50
2	3000		25	24,4	401	26,5	8,93	7,5	2986	0,48	0,30	0,00	0,25
2	3000	37	100	120	400,2	64,4	39,85	37	2951	1,00	1,08	0,02	1,00
2	3000		75	91,4	401,2	49,6	29,86	27,8	2962	0,77	0,81	0,01	0,75
2	3000		50	59,6	401	35,9	20	18,5	2973	0,56	0,54	0,01	0,50
2	3000		25	31,6	401,3	24,4	10,39	9,25	2989	0,38	0,28	0,00	0,25

2	3000	45	100	145,3	400,3	80,6	48,19	45	2962	1,00	1,07	0,01	1,00
2	3000		75	109,8	400,9	62,8	36,15	33,8	2972	0,78	0,80	0,01	0,75
2	3000		50	73,4	401	46,6	24,3	22,5	2982	0,58	0,54	0,01	0,50
2	3000		25	36,6	401,1	33,2	12,7	11,3	2990	0,41	0,28	0,00	0,25
2	3000	55	100	177,1	401,2	96,4	58,33	55	2965	1,00	1,06	0,01	1,00
2	3000		75	133,8	400,5	74,6	43,77	41,3	2970	0,77	0,80	0,01	0,75
2	3000		50	87,9	401,1	54,4	29,34	27,5	2981	0,56	0,53	0,01	0,50
2	3000		25	44,1	400,2	37,3	15,19	13,8	2991	0,39	0,28	0,00	0,25
2	3000	75	100	240,7	400,6	132,5	79,69	75	2975	1,02	1,06	0,01	1,00
2	3000		75	180,3	400,6	103,1	60,07	56,3	2980	0,79	0,80	0,01	0,75
2	3000		50	119,9	400,6	75,8	40,62	37,5	2987	0,58	0,54	0,00	0,50
2	3000		25	59,8	400,6	52,8	21,46	18,8	2993	0,41	0,29	0,00	0,25
2	3000	90	100	288,8	400,3	154,9	95,4	90	2976	1,01	1,06	0,01	1,00
2	3000		75	216,5	400,5	117,9	71,5	67,5	2983	0,77	0,79	0,01	0,75
2	3000		50	144,5	400,6	83,7	48,1	45	2989	0,55	0,53	0,00	0,50
2	3000		25	72	400,7	54	25	22,5	2995	0,35	0,28	0,00	0,25
2	3000	110	100	352,4	400	199,1	115,91	110	2981	1,02	1,05	0,01	1,00
2	3000		75	264	400	155,9	87,31	82,5	2984	0,80	0,79	0,01	0,75
2	3000		50	175,7	400	117	58,92	55	2990	0,60	0,54	0,00	0,50
2	3000		25	87,7	400	84,7	30,89	27,5	2994	0,43	0,28	0,00	0,25
2	3000	132	100	423,3	400	233,1	138,79	132	2978	1,02	1,05	0,01	1,00
2	3000		75	316,9	400	180,3	104,38	99	2983	0,79	0,79	0,01	0,75
2	3000		50	210,9	400	132,4	70,32	66	2989	0,58	0,53	0,00	0,50
2	3000		25	105,3	400	92	36,69	33	2994	0,40	0,28	0,00	0,25
2	3000	160	100	512,6	400,8	274,4	167,38	160	2981	1,01	1,05	0,01	1,00
2	3000		75	383,8	401,4	210	125,7	120	2986	0,77	0,79	0,00	0,75
2	3000		50	255,3	401,2	150,4	84,4	80	2992	0,55	0,53	0,00	0,50
2	3000		25	127,6	400,3	98,9	43,7	40	2994	0,36	0,27	0,00	0,25
2	3000	200	100	640,7	400,9	340,1	209,39	200	2981	1,01	1,05	0,01	1,00
2	3000		75	479,7	400,5	259,1	157,29	150	2986	0,77	0,79	0,00	0,75
2	3000		50	319,2	400,5	183,4	105,69	100	2992	0,55	0,53	0,00	0,50
2	3000		25	159,5	400,8	116,5	54,83	50	2994	0,35	0,27	0,00	0,25
2	3000	250	100	800,4	400	423,6	259,38	250	2983	1,00	1,04	0,01	1,00
2	3000		75	599,5	400	326,1	195,05	188	2987	0,77	0,78	0,00	0,75
2	3000		50	398,9	400	235,8	131,04	125	2992	0,56	0,52	0,00	0,50
2	3000		25	199,4	400	158,6	67,78	62,5	2994	0,37	0,27	0,00	0,25
2	3000	315	100	1009	400	529,7	325,72	315	2980	0,99	1,03	0,01	1,00
2	3000		75	755,8	400	406,2	244,46	236	2985	0,76	0,78	0,01	0,75
2	3000		50	502,8	400	291,7	163,72	158	2991	0,55	0,52	0,00	0,50
2	3000		25	250,9	400	191,9	83,85	78,8	2997	0,36	0,27	0,00	0,25
2	3000	355	100	1137	400,3	605,9	366,79	355	2981	0,99	1,03	0,01	1,00
2	3000		75	851,5	401	464,8	275,3	266	2986	0,76	0,78	0,00	0,75
2	3000		50	566,5	401,4	334,1	184,4	178	2992	0,55	0,52	0,00	0,50
2	3000		25	282,7	401,3	221,8	94,45	88,8	2998	0,36	0,27	0,00	0,25
2	1500	0,25	100	1,7	400,6	0,8	0,38	0,25	1415	1,14	1,52	0,06	1,00
2	1500		75	1,3	400,8	0,7	0,3	0,19	1435	1,00	1,20	0,04	0,75
2	1500		50	0,9	399,8	0,7	0,23	0,12	1458	1,00	0,92	0,03	0,48
2	1500		25	0,4	401,1	0,7	0,16	0,06	1478	1,00	0,64	0,01	0,24
2	1500	0,37	100	2,5	400	1,1	0,55	0,37	1407	1,10	1,49	0,06	1,00
2	1500		75	1,9	398,9	0,9	0,43	0,28	1428	0,90	1,16	0,05	0,75
2	1500		50	1,3	401,1	0,9	0,31	0,19	1455	0,90	0,84	0,03	0,51
2	1500		25	0,6	400,5	0,8	0,21	0,09	1476	0,80	0,57	0,02	0,24
2	1500	0,55	100	3,7	400,6	1,5	0,76	0,55	1413	1,07	1,38	0,06	1,00
2	1500		75	2,8	400,5	1,3	0,59	0,41	1433	0,93	1,07	0,04	0,75
2	1500		50	1,8	402,9	1,2	0,42	0,28	1458	0,86	0,76	0,03	0,51
2	1500		25	0,9	400,6	1,1	0,26	0,14	1479	0,79	0,47	0,01	0,25
2	1500	0,75	100	5	400	2	0,94	0,75	1462	1,05	1,25	0,03	1,00
2	1500		75	3,7	400,7	1,8	0,73	0,56	1461	0,95	0,97	0,03	0,75
2	1500		50	2,5	399,7	1,6	0,51	0,37	1478	0,84	0,68	0,01	0,49
2	1500		25	1,2	400,4	1,5	0,31	0,19	1489	0,79	0,41	0,01	0,25
2	1500	1,1	100	7,3	399,1	2,7	1,35	1,1	1447	1,00	1,23	0,04	1,00
2	1500		75	5,5	400,2	2,4	1,04	0,83	1455	0,89	0,95	0,03	0,75
2	1500		50	3,7	400,7	2,2	0,73	0,55	1471	0,81	0,66	0,02	0,50
2	1500		25	1,8	401,7	2	0,43	0,28	1485	0,74	0,39	0,01	0,25
2	1500	1,5	100	10	400,2	3,6	1,81	1,5	1441	1,03	1,21	0,04	1,00
2	1500		75	7,6	399,4	3,1	1,38	1,12	1454	0,89	0,92	0,03	0,75
2	1500		50	5	400,1	2,8	0,96	0,75	1468	0,80	0,64	0,02	0,50
2	1500		25	2,5	399,8	2,5	0,55	0,37	1484	0,71	0,37	0,01	0,25
2	1500	2,2	100	14,5	400,4	4,9	2,63	2,2	1445	1,02	1,20	0,04	1,00
2	1500		75	10,9	400,9	4,2	2	1,65	1457	0,88	0,91	0,03	0,75
2	1500		50	7,3	399,9	3,6	1,37	1,1	1472	0,75	0,62	0,02	0,50
2	1500		25	3,6	401,2	3,2	0,78	0,55	1485	0,67	0,35	0,01	0,25

2	1500	3	100	19,8	401,4	6,6	3,55	3	1443	1,03	1,18	0,04	1,00
2	1500		75	14,7	400,1	5,5	2,68	2,25	1456	0,86	0,89	0,03	0,75
2	1500		50	9,9	399,4	4,7	1,84	1,5	1471	0,73	0,61	0,02	0,50
2	1500	4	25	5	399,2	4,1	1,03	0,75	1486	0,64	0,34	0,01	0,25
2	1500		100	26,5	401,3	8,6	4,66	4	1442	1,02	1,17	0,04	1,00
2	1500		75	19,9	401,2	7,2	3,51	3	1455	0,86	0,88	0,03	0,75
2	1500	5,5	50	13,3	399,2	6	2,39	2	1470	0,71	0,60	0,02	0,50
2	1500		25	6,6	401,5	5,4	1,32	1	1485	0,64	0,33	0,01	0,25
2	1500		100	36	399,8	11,7	6,27	5,5	1457	1,01	1,14	0,03	1,00
2	1500	7,5	75	27	402,3	9,6	4,71	4,12	1467	0,83	0,86	0,02	0,75
2	1500		50	18,1	400,3	7,9	3,19	2,75	1479	0,68	0,58	0,01	0,50
2	1500		25	8,9	400,5	6,6	1,73	1,37	1490	0,57	0,31	0,01	0,25
2	1500	11	100	49,1	399,3	16	8,5	7,5	1457	1,03	1,13	0,03	1,00
2	1500		75	37	398,9	13,2	6,39	5,62	1468	0,85	0,85	0,02	0,75
2	1500		50	24,7	399,9	10,8	4,32	3,75	1479	0,69	0,58	0,01	0,50
2	1500	15	25	12,3	399,9	9,2	2,33	1,87	1489	0,59	0,31	0,01	0,25
2	1500		100	71,5	400,7	22,8	12,3	11	1466	1,02	1,12	0,02	1,00
2	1500		75	54,5	401,3	18,5	9,2	8,25	1474	0,83	0,84	0,02	0,75
2	1500	18,5	50	35,5	400,9	14,9	6,19	5,5	1484	0,67	0,56	0,01	0,50
2	1500		25	18,6	400,2	12,3	3,3	2,75	1491	0,55	0,30	0,01	0,25
2	1500		100	97,7	401,3	29,5	16,51	15	1468	1,01	1,10	0,02	1,00
2	1500	22	75	73,6	400,5	23,8	12,33	11,3	1477	0,82	0,82	0,02	0,75
2	1500		50	48,4	399,4	18,8	8,27	7,5	1484	0,65	0,55	0,01	0,50
2	1500		25	24,1	399,8	15,1	4,35	3,75	1492	0,52	0,29	0,01	0,25
2	1500	30	100	120,4	401,6	36,9	20,13	18,5	1471	1,01	1,09	0,02	1,00
2	1500		75	90,7	402,5	30,3	15,07	13,9	1479	0,83	0,81	0,01	0,75
2	1500		50	60,4	401	24,5	10,13	9,25	1487	0,67	0,55	0,01	0,50
2	1500	37	25	30,3	400,7	20,3	5,33	4,62	1493	0,55	0,29	0,00	0,25
2	1500		100	143	401,3	45	23,94	22	1472	1,01	1,09	0,02	1,00
2	1500		75	108,2	400,7	37,2	18,01	16,5	1479	0,84	0,82	0,01	0,75
2	1500	45	50	71,6	400,8	30,7	12,16	11	1485	0,69	0,55	0,01	0,50
2	1500		25	35,2	400,4	25,9	6,44	5,5	1492	0,58	0,29	0,01	0,25
2	1500		100	193,6	400,3	58,4	32,54	30	1476	0,91	0,88	0,02	0,81
2	1500	55	75	145,1	399,9	46,2	24,38	22,5	1480	0,72	0,66	0,01	0,61
2	1500		50	97,4	401,6	35,7	16,31	15	1488	0,56	0,44	0,01	0,41
2	1500		25	50,4	399,9	27,4	8,48	7,5	1495	0,43	0,23	0,00	0,20
2	1500	90	100	238,9	400,7	70,6	39,82	37	1479	1,00	1,08	0,01	1,00
2	1500		75	180,3	400,7	56,2	29,86	27,8	1484	0,80	0,81	0,01	0,75
2	1500		50	120,5	400,1	43,5	19,99	18,5	1490	0,62	0,54	0,01	0,50
2	1500	110	25	60,4	399,8	33,7	10,39	9,25	1495	0,48	0,28	0,00	0,25
2	1500		100	290,4	400,9	86,9	48,1	45	1481	1,01	1,07	0,01	1,00
2	1500		75	217,3	400,7	70,1	36,09	33,8	1486	0,81	0,80	0,01	0,75
2	1500	132	50	146,6	402,1	55,9	24,24	22,5	1491	0,65	0,54	0,01	0,50
2	1500		25	71,9	401,5	44,5	12,63	11,3	1496	0,52	0,28	0,00	0,25
2	1500		100	355,4	401,1	104,1	59,12	55	1480	1,02	1,07	0,01	1,00
2	1500	160	75	266,5	400,4	83,1	44,4	41,3	1484	0,81	0,81	0,01	0,75
2	1500		50	177,2	400,4	64,6	29,87	27,5	1490	0,63	0,54	0,01	0,50
2	1500		25	89,5	401,2	50,8	15,67	13,8	1496	0,50	0,28	0,00	0,25
2	1500	200	100	580,3	400	160,2	95,01	90	1481	1,00	1,06	0,01	1,00
2	1500		75	434,3	400	124	71,11	67,6	1486	0,78	0,79	0,01	0,75
2	1500		50	292,6	400	91,9	48,17	45,7	1490	0,57	0,54	0,01	0,51
2	1500	250	25	145	400	64,7	24,58	22,7	1494	0,40	0,27	0,00	0,25
2	1500		100	705,7	400	197,3	115,95	110	1489	1,02	1,05	0,01	1,00
2	1500		75	528,9	400	153,5	87,14	82,5	1490	0,79	0,79	0,01	0,75
2	1500	315	50	351,5	400	113,7	58,47	55	1494	0,59	0,53	0,00	0,50
2	1500		25	175,3	400	81	30,3	27,5	1498	0,42	0,28	0,00	0,25
2	1500		100	848,8	400	235,7	139,48	132	1485	1,01	1,06	0,01	1,00
2	1500	400	75	635,3	400	183,3	104,67	99	1488	0,79	0,79	0,01	0,75
2	1500		50	422,4	400	136	70,22	66	1492	0,58	0,53	0,01	0,50
2	1500		25	210,8	400	97,8	36,38	33	1495	0,42	0,28	0,00	0,25
2	1500	500	100	1027	401,8	288,2	167,91	160	1488	1,01	1,05	0,01	1,00
2	1500		75	768,6	400,9	226,2	125,04	120	1491	0,79	0,78	0,01	0,75
2	1500		50	511	399,8	169,8	84,51	80	1495	0,60	0,53	0,00	0,50
2	1500	700	25	255	400,1	124,8	43,65	40	1498	0,44	0,27	0,00	0,25
2	1500		100	1284	401	354,9	209,24	200	1487	1,06	1,05	0,01	1,00
2	1500		75	961,3	400,5	276,7	156,84	150	1490	0,82	0,78	0,01	0,75
2	1500	900	50	640	400,8	205,4	105	100	1492	0,61	0,53	0,01	0,50
2	1500		25	319,2	401,2	148,8	53,8	50	1496	0,44	0,27	0,00	0,25
2	1500		100	1607	400	446,5	262,17	250	1486	1,00	1,05	0,01	1,00
2	1500	1100	75	1203	400	345	196,69	188	1489	0,78	0,79	0,01	0,75
2	1500		50	799	400	253,9	131,86	125	1494	0,57	0,53	0,00	0,50
2	1500		25	398,7	400	179,8	68,05	62,5	1497	0,40	0,27	0,00	0,25
2	1500	1300	100	2023	400	557,9	329,29	315	1487	1,00	1,05	0,01	1,00
2	1500		75	1514	400	431,5	246,85	236	1490	0,77	0,78	0,01	0,75
2	1500		50	1007	400	318,4	165,38	158	1494	0,57	0,53	0,00	0,50
2	1500		25	502,3	400	224,3	85,01	78,8	1497	0,40	0,27	0,00	0,25

2	2	1500	355	100	2281	399,4	618,1	369,15	355	1486	0,99	1,04	0,01	1,00
2	2	1500		75	1708	400,6	474	276,65	266	1489	0,76	0,78	0,01	0,75
2	2	1500		50	1135	400,9	343,7	185,02	178	1494	0,55	0,52	0,00	0,50
2	2	1500		25	565,8	400,5	234,7	94,59	88,8	1498	0,38	0,27	0,00	0,25
2	2	1000	0,18	100	1,9	399,3	0,6	0,31	0,18	910	1,00	1,72	0,09	1,00
2	2	1000		75	1,5	398,1	0,6	0,25	0,14	931	1,00	1,39	0,07	0,78
2	2	1000		50	0,9	399,5	0,6	0,2	0,09	957	1,00	1,11	0,04	0,50
2	2	1000		25	0,5	398,4	0,6	0,15	0,05	977	1,00	0,83	0,02	0,28
2	2	1000	0,25	100	2,6	401,3	0,8	0,4	0,25	913	1,00	1,60	0,09	1,00
2	2	1000		75	2	401,4	0,8	0,31	0,19	931	1,00	1,24	0,07	0,76
2	2	1000		50	1,3	400,9	0,7	0,23	0,12	956	0,88	0,92	0,04	0,48
2	2	1000		25	0,7	401,1	0,7	0,16	0,06	978	0,88	0,64	0,02	0,24
2	2	1000	0,37	100	3,8	399,3	1,1	0,56	0,37	919	1,00	1,51	0,08	1,00
2	2	1000		75	2,9	400,1	1	0,43	0,28	939	0,91	1,16	0,06	0,76
2	2	1000		50	1,9	400,4	0,9	0,32	0,19	962	0,82	0,86	0,04	0,51
2	2	1000		25	1	398,7	0,9	0,21	0,09	980	0,82	0,57	0,02	0,24
2	2	1000	0,55	100	5,7	400,4	1,6	0,79	0,55	921	1,07	1,44	0,08	1,00
2	2	1000		75	4,4	401,5	1,4	0,61	0,41	946	0,93	1,11	0,05	0,75
2	2	1000		50	2,9	400	1,3	0,44	0,28	963	0,87	0,80	0,04	0,51
2	2	1000		25	1,4	400,1	1,3	0,28	0,14	983	0,87	0,51	0,02	0,25
2	2	1000	0,75	100	7,6	400,1	2,4	0,98	0,75	949	1,04	1,31	0,05	1,00
2	2	1000		75	5,7	399,4	2,2	0,77	0,56	959	0,96	1,03	0,04	0,75
2	2	1000		50	3,8	400,8	2	0,57	0,37	974	0,87	0,76	0,03	0,49
2	2	1000		25	1,9	401,4	2	0,35	0,19	986	0,87	0,47	0,01	0,25
2	2	1000	1,1	100	11,1	400,7	3,2	1,43	1,1	936	1,07	1,30	0,06	1,00
2	2	1000		75	8,4	399,4	2,8	1,1	0,83	949	0,93	1,00	0,05	0,75
2	2	1000		50	5,5	399,4	2,6	0,77	0,55	967	0,87	0,70	0,03	0,50
2	2	1000		25	2,8	400,1	2,4	0,47	0,28	984	0,80	0,43	0,02	0,25
2	2	1000	1,5	100	15	400,9	4,2	1,91	1,5	953	1,02	1,27	0,05	1,00
2	2	1000		75	11,2	399,4	3,7	1,46	1,12	964	0,90	0,97	0,04	0,75
2	2	1000		50	7,5	399,3	3,3	1,02	0,75	977	0,80	0,68	0,02	0,50
2	2	1000		25	3,8	402	3,2	0,61	0,37	988	0,78	0,41	0,01	0,25
2	2	1000	2,2	100	21,9	400,3	6	2,72	2,2	956	1,05	1,24	0,04	1,00
2	2	1000		75	16,6	401	5,3	2,08	1,65	965	0,93	0,95	0,04	0,75
2	2	1000		50	10,9	401,2	4,7	1,45	1,1	978	0,82	0,66	0,02	0,50
2	2	1000		25	5,5	401,7	4,4	0,85	0,55	989	0,77	0,39	0,01	0,25
2	2	1000	3	100	29,5	399,8	8,1	3,56	3	967	1,01	1,19	0,03	1,00
2	2	1000		75	22,2	401,2	7,1	2,7	2,25	975	0,89	0,90	0,03	0,75
2	2	1000		50	14,8	401,4	6,2	1,85	1,5	984	0,78	0,62	0,02	0,50
2	2	1000		25	7,4	401,5	5,6	1,03	0,75	991	0,70	0,34	0,01	0,25
2	2	1000	4	100	40	401,3	10	4,73	4	965	1,03	1,18	0,04	1,00
2	2	1000		75	30	401,4	8,61	3,57	3	974	0,88	0,89	0,03	0,75
2	2	1000		50	20	400,5	7,47	2,43	2	983	0,77	0,61	0,02	0,50
2	2	1000		25	10	401,2	6,76	1,36	1	990	0,69	0,34	0,01	0,25
2	2	1000	5,5	100	54,2	399,4	14	6,42	5,5	964	1,03	1,17	0,04	1,00
2	2	1000		75	40,8	400,8	11,8	4,83	4,12	972	0,87	0,88	0,03	0,75
2	2	1000		50	27,6	400,8	10,1	3,27	2,75	981	0,74	0,59	0,02	0,50
2	2	1000		25	13,9	400,1	8,8	1,77	1,37	991	0,65	0,32	0,01	0,25
2	2	1000	7,5	100	73,7	399,9	16,4	8,47	7,5	974	1,01	1,13	0,03	1,00
2	2	1000		75	55,3	400,3	13,5	6,34	5,62	980	0,83	0,85	0,02	0,75
2	2	1000		50	36,9	401,6	11,1	4,25	3,75	987	0,68	0,57	0,01	0,50
2	2	1000		25	18,3	400,4	9,3	2,25	1,87	993	0,57	0,30	0,01	0,25
2	2	1000	11	100	108,2	401,2	22,9	12,41	11	971	1,01	1,13	0,03	1,00
2	2	1000		75	81,1	400,4	18,3	9,24	8,25	977	0,81	0,84	0,02	0,75
2	2	1000		50	54,9	400,5	14,5	6,13	5,5	985	0,64	0,56	0,02	0,50
2	2	1000		25	27,2	401,3	11,6	3,18	2,75	993	0,51	0,29	0,01	0,25
2	2	1000	15	100	146,9	401,2	32	16,77	15	971	1,02	1,12	0,03	1,00
2	2	1000		75	110,5	400,4	26,3	12,53	11,3	978	0,84	0,84	0,02	0,75
2	2	1000		50	73,7	401,4	21,6	8,39	7,5	986	0,69	0,56	0,01	0,50
2	2	1000		25	36	400,3	18,1	4,41	3,75	993	0,58	0,29	0,01	0,25
2	2	1000	18,5	100	180,8	400,4	38,5	20,32	18,5	978	1,00	1,10	0,02	1,00
2	2	1000		75	136,4	400,8	31,4	15,22	13,9	984	0,82	0,82	0,02	0,75
2	2	1000		50	90,1	400,8	25,4	10,21	9,25	990	0,66	0,55	0,01	0,50
2	2	1000		25	44,9	400,7	21,2	5,37	4,62	995	0,55	0,29	0,01	0,25
2	2	1000	22	100	215,3	400,1	45,6	24,14	22	978	1,02	1,10	0,02	1,00
2	2	1000		75	160,7	399,9	37,2	18,08	16,5	983	0,83	0,82	0,02	0,75
2	2	1000		50	108,2	400,6	30,1	12,12	11	989	0,67	0,55	0,01	0,50
2	2	1000		25	54,1	400,5	25	6,35	5,5	994	0,56	0,29	0,01	0,25
2	2	1000	30	100	290	400,9	60,6	32,74	30	987	1,01	1,09	0,01	1,00
2	2	1000		75	216,4	400,2	49,4	24,61	22,5	990	0,83	0,82	0,01	0,75
2	2	1000		50	144,8	400,1	39,8	16,58	15	994	0,67	0,55	0,01	0,50
2	2	1000		25	73,8	400,7	32,5	8,77	7,5	997	0,54	0,29	0,00	0,25
2	2	1000	37	100	358,4	400,7	71,9	40,03	37	986	1,01	1,08	0,01	1,00
2	2	1000		75	269,4	399,5	57,3	29,98	27,8	990	0,80	0,81	0,01	0,75
2	2	1000		50	180,3	397,8	44,4	20,09	18,5	992	0,62	0,54	0,01	0,50
2	2	1000		25	91,1	401,8	35,1	10,45	9,25	997	0,49	0,28	0,00	0,25
2	2	1000	45	100	434,1	400,2	83,2	48,5	45	990	1,00	1,08	0,01	1,00
2	2	1000		75	326	400,1	63,4	36,2	33,8	992	0,76	0,80	0,01	0,75
2	2	1000		50	218,5	400,1	46	24,2	22,5	995	0,55	0,54	0,01	0,50
2	2	1000		25	109,2	400,1	31,7	12,5	11,3	998	0,38	0,28	0,00	0,25

2	1000	55	100	530,6	400,1	100,5	58,8	55	990	1,00	1,07	0,01	1,00
2	1000		75	399,2	400,2	77,1	43,9	41,3	993	0,76	0,80	0,01	0,75
2	1000		50	266,8	400	56,2	29,4	27,5	995	0,56	0,53	0,01	0,50
2	1000		25	134	400,1	39,1	15,2	13,8	998	0,39	0,28	0,00	0,25
2	1000	75	100	721,2	400	144,8	80,02	75	993	1,02	1,07	0,01	1,00
2	1000		75	541,2	400	115,4	60,13	56,3	993	0,81	0,80	0,01	0,75
2	1000		50	359,5	400	89,6	40,44	37,5	996	0,63	0,54	0,00	0,50
2	1000		25	179,2	400	70,2	21,12	18,8	999	0,49	0,28	0,00	0,25
2	1000	90	100	866,2	400	166,5	95,17	90	992	1,01	1,06	0,01	1,00
2	1000		75	648,7	400	131,2	71,37	67,5	994	0,80	0,79	0,01	0,75
2	1000		50	431,3	400	99,4	47,79	45	996	0,60	0,53	0,00	0,50
2	1000		25	215,2	400	74,4	24,68	22,5	998	0,45	0,27	0,00	0,25
2	1000	110	100	1060	400	203,2	115,79	110	991	1,01	1,05	0,01	1,00
2	1000		75	793,8	400	159,9	86,4	82,5	993	0,80	0,79	0,01	0,75
2	1000		50	528	400	121,4	58,14	55	995	0,60	0,53	0,01	0,50
2	1000		25	263,3	400	91,2	29,92	27,5	997	0,45	0,27	0,00	0,25
2	1000	132	100	1271	400,7	245,3	138,63	132	992	1,02	1,05	0,01	1,00
2	1000		75	952	400,6	193,7	104	99	993	0,80	0,79	0,01	0,75
2	1000		50	633,4	400,7	147,7	69,59	66	995	0,61	0,53	0,01	0,50
2	1000		25	316,1	400,8	112	35,76	33	997	0,46	0,27	0,00	0,25
2	1000	160	100	1541	400	290,5	167,56	160	992	0,99	1,05	0,01	1,00
2	1000		75	1153	400	223,7	125,56	120	994	0,76	0,78	0,01	0,75
2	1000		50	767,7	400	164,1	84,03	80	995	0,56	0,53	0,01	0,50
2	1000		25	383	400	115,6	43,08	40	997	0,39	0,27	0,00	0,25
2	1000	200	100	1930	400	361,9	209,82	200	990	1,01	1,05	0,01	1,00
2	1000		75	1443	400	275,8	156,82	150	993	0,77	0,78	0,01	0,75
2	1000		50	959,9	400	198,9	104,73	100	995	0,55	0,52	0,01	0,50
2	1000		25	478,2	400	135,5	53,41	50	998	0,38	0,27	0,00	0,25
2	1000	250	100	2411	399,7	451,5	261,84	250	990	1,00	1,05	0,01	1,00
2	1000		75	1803	399,8	343,7	195,66	188	993	0,76	0,78	0,01	0,75
2	1000		50	11985	400,4	245,1	130,36	15	996	0,54	0,52	0,00	0,06
2	1000		25	598	400,7	163,9	66,29	62,5	998	0,36	0,27	0,00	0,25
3	3000	7,5	100	24,8	400,3	13,14	8,29	7,5	2901	1,00	1,11	0,03	1,00
3	3000		75	18,6	400,2	9,99	6,15	5,62	2929	0,76	0,82	0,02	0,75
3	3000		50	12,4	400,7	7,08	4,09	3,75	2954	0,54	0,55	0,02	0,50
3	3000		25	6,2	400,1	4,57	2,11	1,87	2978	0,35	0,28	0,01	0,25
3	3000	11	100	35,7	400,6	19,1	12	11	2943	1,00	1,09	0,02	1,00
3	3000		75	26,8	401,1	14,4	9	8,3	2960	0,75	0,82	0,01	0,75
3	3000		50	17,9	400,5	10,2	6	5,5	2974	0,53	0,55	0,01	0,50
3	3000		25	8,9	401,5	6,6	3,1	2,8	2988	0,35	0,28	0,00	0,25
3	3000	15	100	48,7	400,3	26,5	16,2	15	2947	1,00	1,08	0,02	1,00
3	3000		75	36,5	400,4	20,7	12,1	11,3	2960	0,78	0,81	0,01	0,75
3	3000		50	24,3	401,3	15,4	8,1	7,5	2973	0,58	0,54	0,01	0,50
3	3000		25	12,2	401,4	11,1	4,2	3,8	2986	0,42	0,28	0,00	0,25
3	3000	18,5	100	60	401,1	32	19,9	18,5	2949	1,00	1,08	0,02	1,00
3	3000		75	44,9	401,7	24,7	14,9	13,9	2962	0,77	0,81	0,01	0,75
3	3000		50	29,9	402,5	18	9,9	9,3	2975	0,56	0,54	0,01	0,50
3	3000		25	15	402,5	12,5	5,1	4,6	2989	0,39	0,28	0,00	0,25
3	3000	22	100	71,2	400,1	37,7	23,5	22	2956	1,00	1,07	0,01	1,00
3	3000		75	53,4	402,5	28,8	17,5	16,5	2968	0,76	0,80	0,01	0,75
3	3000		50	35,5	400,6	20,8	11,7	11	2979	0,55	0,53	0,01	0,50
3	3000		25	17,8	400,8	14	6,1	5,5	2989	0,37	0,28	0,00	0,25
3	3000	30	100	97	400,2	52,4	32,1	30	2957	1,00	1,07	0,01	1,00
3	3000		75	73,4	400,7	40	23,9	22,5	2970	0,76	0,80	0,01	0,75
3	3000		50	49	399,8	28,7	16	15	2980	0,55	0,53	0,01	0,50
3	3000		25	24,5	400,6	18,9	8,2	7,5	2990	0,36	0,27	0,00	0,25
3	3000	37	100	119,4	399,8	64,2	39,3	37	2960	1,00	1,06	0,01	1,00
3	3000		75	89,6	399,9	49,1	29,3	27,8	2972	0,76	0,79	0,01	0,75
3	3000		50	59,8	400,2	35,2	19,6	18,5	2981	0,55	0,53	0,01	0,50
3	3000		25	29,9	400,4	23,3	10	9,3	2990	0,36	0,27	0,00	0,25
3	3000	45	100	144,8	400,2	79,6	47,9	45	2968	1,00	1,06	0,01	1,00
3	3000		75	108,6	400	61,1	35,9	33,8	2977	0,77	0,80	0,01	0,75
3	3000		50	72,2	400	44,1	24,1	22,5	2985	0,55	0,54	0,01	0,50
3	3000		25	36,3	400	29,6	12,6	11,3	2992	0,37	0,28	0,00	0,25
3	3000	55	100	176,7	400,4	94,8	58,2	55	2968	1,00	1,06	0,01	1,00
3	3000		75	132,6	400,3	72,6	43,6	41,3	2975	0,77	0,79	0,01	0,75
3	3000		50	88,4	400,3	52,1	29,3	27,5	2983	0,55	0,53	0,01	0,50
3	3000		25	44,5	400,6	34,7	15,2	13,8	2990	0,37	0,28	0,00	0,25
3	3000	75	100	240,5	400,2	130,3	79	75	2976	1,00	1,05	0,01	1,00
3	3000		75	180,8	400,1	100,2	59,4	56,3	2983	0,77	0,79	0,01	0,75
3	3000		50	121	400	72,6	40	37,5	2989	0,56	0,53	0,00	0,50
3	3000		25	60,7	400	48,7	20,9	18,8	2995	0,37	0,28	0,00	0,25

3	3000	90	100	288,8	400,1	155,7	94,7	90	2975	1,00	1,05	0,01	1,00
3	3000		75	216,7	400,1	119,1	71	67,5	2982	0,76	0,79	0,01	0,75
3	3000		50	144	400,1	85,5	47,7	45	2989	0,55	0,53	0,00	0,50
3	3000		25	72,5	400,1	56,8	24,7	22,5	2995	0,36	0,27	0,00	0,25
3	3000	110	100	352,3	400,2	192,4	115,5	110	2982	1,00	1,05	0,01	1,00
3	3000		75	265	400,2	148,3	86,8	82,5	2987	0,77	0,79	0,00	0,75
3	3000		50	177	400,1	107,8	58,4	55	2992	0,56	0,53	0,00	0,50
3	3000		25	87,8	400,2	74,6	30,4	27,5	2996	0,39	0,28	0,00	0,25
3	3000	132	100	422,7	400,2	238,6	138,3	132	2982	1,05	1,05	0,01	1,00
3	3000		75	316,5	400,2	175,3	103,8	99	2987	0,77	0,79	0,00	0,75
3	3000		50	210,6	400,2	126,2	69,8	66	2992	0,56	0,53	0,00	0,50
3	3000		25	105,2	400,2	85,1	36,2	33	2996	0,37	0,27	0,00	0,25
3	3000	160	100	512,2	400,8	276,7	167,2	160	2983	1,01	1,05	0,01	1,00
3	3000		75	385,2	400,9	212,6	125,4	120	2988	0,77	0,78	0,00	0,75
3	3000		50	254,8	401,1	153,5	84,2	80	2993	0,56	0,53	0,00	0,50
3	3000		25	129,8	401,2	103,1	43,4	40	2997	0,37	0,27	0,00	0,25
3	3000	200	100	640,3	400,4	342,3	208,1	200	2983	1,00	1,04	0,01	1,00
3	3000		75	480,8	400,1	262,2	155,9	150	2988	0,77	0,78	0,00	0,75
3	3000		50	321,5	400	187,9	104,4	100	2992	0,55	0,52	0,00	0,50
3	3000		25	158	400	124,1	53,5	50	2996	0,36	0,27	0,00	0,25
3	3000	250	100	800,1	400,4	422,9	259,6	250	2985	1,00	1,04	0,01	1,00
3	3000		75	598,1	400,6	325,1	195,2	188	2989	0,77	0,78	0,00	0,75
3	3000		50	401,1	400,7	234,1	131,4	125	2993	0,55	0,53	0,00	0,50
3	3000		25	199,5	400,8	154,6	68,1	62,5	2997	0,37	0,27	0,00	0,25
3	3000	315	100	1009	400,4	529,4	327,5	315	2980	1,00	1,04	0,01	1,00
3	3000		75	755,5	400,6	404	245,7	236	2986	0,76	0,78	0,00	0,75
3	3000		50	501	400,8	287,1	164,9	158	2991	0,54	0,52	0,00	0,50
3	3000		25	254,5	400,9	184,7	84,9	78,8	2996	0,35	0,27	0,00	0,25
3	3000	355	100	1136	400,8	605,4	367,8	355	2984	1,00	1,04	0,01	1,00
3	3000		75	850,1	401,3	462,4	276	266	2988	0,76	0,78	0,00	0,75
3	3000		50	568,7	401,8	329,6	185,2	178	2992	0,54	0,52	0,00	0,50
3	3000		25	300,5	402,2	213,9	95,3	88,8	2996	0,35	0,27	0,00	0,25
3	1500	7,5	100	48,9	400,7	15,5	8,3	7,5	1465	1,00	1,11	0,02	1,00
3	1500		75	36,7	400,6	12,7	6,2	5,6	1474	0,82	0,83	0,02	0,75
3	1500		50	24,4	400,9	10,4	4,2	3,8	1483	0,67	0,56	0,01	0,51
3	1500		25	12,2	401,1	8,8	2,2	1,9	1491	0,57	0,29	0,01	0,25
3	1500	11	100	71	400,6	21,1	12	11	1477	1,00	1,09	0,02	1,00
3	1500		75	53,3	0,7	16,8	8,9	8,3	1484	0,80	0,81	0,01	0,75
3	1500		50	35,5	400,9	13	6	5,5	1490	0,62	0,55	0,01	0,50
3	1500		25	17,7	401,5	10,1	3,1	2,8	1495	0,48	0,28	0,00	0,25
3	1500	15	100	96,7	400,5	28,5	16,2	15	1477	1,00	1,08	0,02	1,00
3	1500		75	72,3	400,2	22,7	12,1	11,3	1483	0,80	0,81	0,01	0,75
3	1500		50	48,4	400,4	17,7	8,2	7,5	1489	0,62	0,55	0,01	0,50
3	1500		25	24,3	400,5	13,7	4,3	3,8	1495	0,48	0,29	0,00	0,25
3	1500	18,5	100	119,7	400,7	34,9	20	18,5	1481	1,00	1,08	0,01	1,00
3	1500		75	89,2	400,1	27,3	14,9	13,9	1486	0,78	0,81	0,01	0,75
3	1500		50	59,8	399,9	20,7	9,9	9,3	1490	0,59	0,54	0,01	0,50
3	1500		25	29,7	400,6	15,6	5,1	4,6	1495	0,45	0,28	0,00	0,25
3	1500	22	100	141,7	400	41,4	23,6	22	1481	1,00	1,07	0,01	1,00
3	1500		75	106,6	399,3	32,6	17,6	16,5	1486	0,79	0,80	0,01	0,75
3	1500		50	70,7	400,6	24,9	11,8	11	1491	0,60	0,54	0,01	0,50
3	1500		25	35,3	400,6	18,9	6,1	5,5	1495	0,46	0,28	0,00	0,25
3	1500	30	100	192,8	400,8	54,8	32	30	1483	1,00	1,07	0,01	1,00
3	1500		75	144,3	400,6	42,9	23,9	22,5	1488	0,78	0,80	0,01	0,75
3	1500		50	96,5	400,6	32,2	16,1	15	1492	0,59	0,54	0,01	0,50
3	1500		25	48,4	400,1	23,7	8,3	7,5	1497	0,43	0,28	0,00	0,25
3	1500	37	100	238,6	400	68,9	39,5	37	1482	1,00	1,07	0,01	1,00
3	1500		75	178,9	400	54,2	29,5	27,8	1485	0,79	0,80	0,01	0,75
3	1500		50	119,2	400	41,2	19,8	18,5	1490	0,60	0,54	0,01	0,50
3	1500		25	59,5	400	31,1	10,2	9,25	1496	0,45	0,28	0,00	0,25
3	1500	45	100	290,4	400,3	82,3	47,8	45	1482	1,00	1,06	0,01	1,00
3	1500		75	217,2	400,1	64,8	35,7	33,8	1486	0,79	0,79	0,01	0,75
3	1500		50	145,3	400,6	49,2	23,9	22,5	1490	0,60	0,53	0,01	0,50
3	1500		25	72,5	400,4	37	12,3	11,3	1495	0,45	0,27	0,00	0,25
3	1500	55	100	353	400,5	100,5	58,1	55	1482	1,01	1,06	0,01	1,00
3	1500		75	265	400,3	79,3	43,5	41,3	1487	0,79	0,79	0,01	0,75
3	1500		50	176,2	400,8	60,6	29,2	27,5	1491	0,61	0,53	0,01	0,50
3	1500		25	88,1	400,2	45,8	15,1	13,8	1496	0,46	0,27	0,00	0,25
3	1500	75	100	482,6	400,1	133,3	79	75	1485	1,00	1,05	0,01	1,00
3	1500		75	363,5	400,1	103,5	59,1	56,3	1489	0,78	0,79	0,01	0,75
3	1500		50	241,8	400,1	76,6	39,6	37,5	1493	0,58	0,53	0,00	0,50
3	1500		25	122,7	400,1	55	20,4	18,8	1497	0,41	0,27	0,00	0,25
3	1500	90	100	587,8	400	159	94,4	90	1486	1,00	1,05	0,01	1,00
3	1500		75	433,9	400,1	123,4	70,8	67,5	1488	0,78	0,79	0,01	0,75
3	1500		50	289,5	400,2	91,1	47,4	45	1493	0,57	0,53	0,00	0,50
3	1500		25	144,4	400,1	64,8	24,4	22,5	1496	0,41	0,27	0,00	0,25

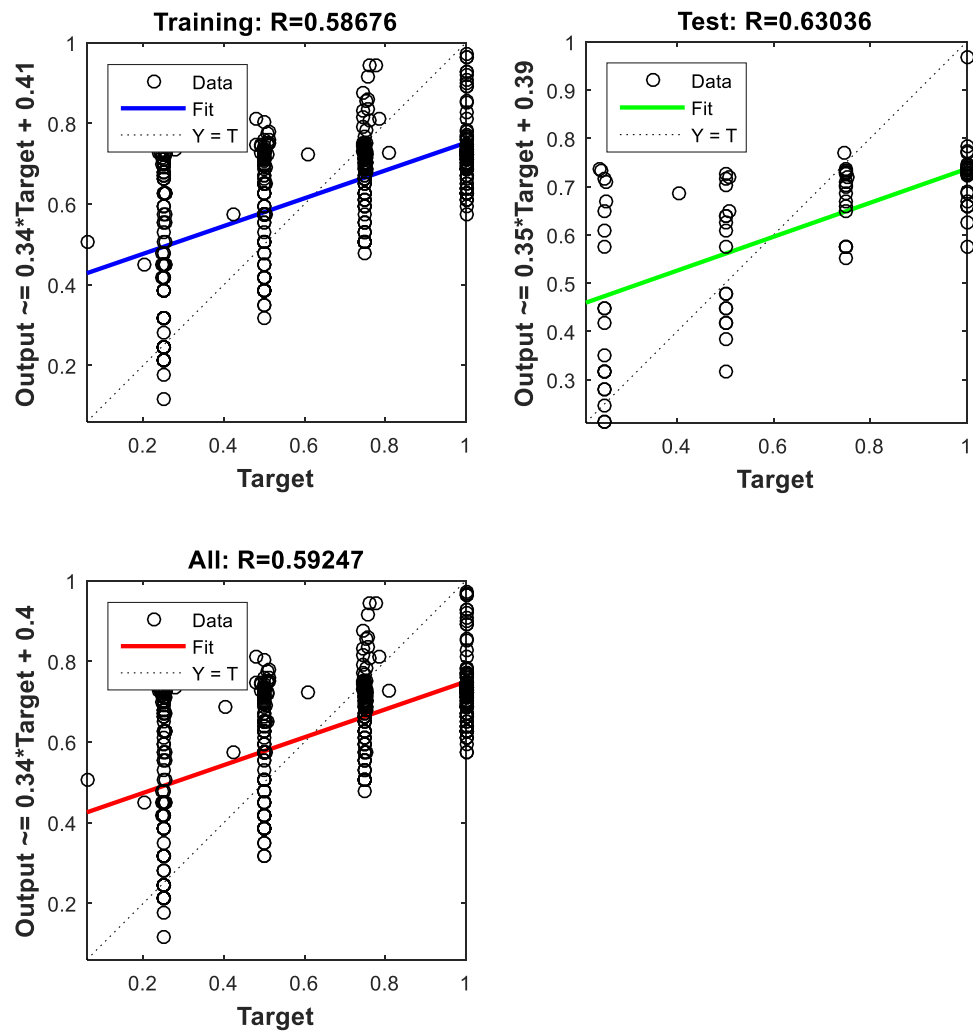
3	1500		100	705,5	400,2	196,4	115,3	110	1489	1,01	1,05	0,01	1,00
3	1500	110	75	527,5	400,3	153,7	86,5	82,5	1492	0,79	0,79	0,01	0,75
3	1500		50	352,8	400,4	115,5	58	55	1495	0,59	0,53	0,00	0,50
3	1500		25	173	400,1	85,6	30	27,5	1498	0,44	0,27	0,00	0,25
3	1500		100	847,2	400,3	231,3	137,9	132	1488	1,00	1,04	0,01	1,00
3	1500	132	75	633,2	400,2	179,3	103,2	99	1492	0,78	0,78	0,01	0,75
3	1500		50	426,8	400,3	132,3	69,1	66	1495	0,57	0,52	0,00	0,50
3	1500		25	213,2	400,1	93,8	35,4	33	1498	0,41	0,27	0,00	0,25
3	1500		100	1027	400	282,2	166,9	160	1489	0,99	1,04	0,01	1,00
3	1500	160	75	768	400	219,7	124,9	120	1492	0,77	0,78	0,01	0,75
3	1500		50	511	400,2	163	83,5	80	1495	0,57	0,52	0,00	0,50
3	1500		25	255	400,2	117,4	42,7	40	1498	0,41	0,27	0,00	0,25
3	1500		100	1284	400,2	350,6	208,2	200	1488	1,00	1,04	0,01	1,00
3	1500	200	75	964,5	400,4	272,6	155,5	150	1491	0,78	0,78	0,01	0,75
3	1500		50	644	400,5	202,7	103,6	100	1494	0,58	0,52	0,00	0,50
3	1500		25	325,8	400,1	147,3	52,6	50	1497	0,42	0,26	0,00	0,25
3	1500		100	1601	400,5	435,4	259	250	1491	1,00	1,04	0,01	1,00
3	1500	250	75	1202	400,3	336,4	194,2	188	1494	0,77	0,78	0,00	0,75
3	1500		50	807	400,4	245,8	130,1	125	1496	0,56	0,52	0,00	0,50
3	1500		25	404,4	400,3	170,3	66,6	62,5	1498	0,39	0,27	0,00	0,25
3	1500		100	2018	400,9	545,2	326,2	315	1491	0,99	1,04	0,01	1,00
3	1500	315	75	1512	400,7	422,5	244,5	236	1494	0,77	0,78	0,00	0,75
3	1500		50	1007	400,5	309,8	163,8	158	1496	0,56	0,52	0,00	0,50
3	1500		25	503,4	400,8	216,3	83,8	78,8	1498	0,39	0,27	0,00	0,25
3	1500		100	2275	400,4	616,4	368,9	355	1491	1,00	1,04	0,01	1,00
3	1500	355	75	1725	400,4	474,4	276,2	266	1494	0,77	0,78	0,00	0,75
3	1500		50	1135	400,7	344,2	184,8	178	1496	0,56	0,52	0,00	0,50
3	1500		25	566,4	401	235,8	94,5	88,8	1498	0,38	0,27	0,00	0,25
3	1000		100	73,5	400,1	15,7	8,4	7,5	975	1,00	1,12	0,03	1,00
3	1000	7,5	75	55,2	400,7	12,7	6,6	5,6	982	0,81	0,88	0,02	0,75
3	1000		50	36,7	401,3	10,1	4,2	3,8	988	0,64	0,56	0,01	0,51
3	1000		25	18,3	401,6	8,3	2,2	1,9	994	0,53	0,29	0,01	0,25
3	1000		100	107,4	399,8	22,5	12,2	11	975	1,00	1,11	0,03	1,00
3	1000	11	75	80,7	400,8	18,2	9,1	8,3	982	0,81	0,83	0,02	0,75
3	1000		50	53,9	400,9	14,5	6,1	5,5	989	0,64	0,55	0,01	0,50
3	1000		25	26,8	401,3	11,7	3,1	2,8	994	0,52	0,28	0,01	0,25
3	1000		100	146,7	400,2	30,1	16,4	15	979	1,00	1,09	0,02	1,00
3	1000	15	75	110	400,6	24	12,2	11,3	985	0,80	0,81	0,02	0,75
3	1000		50	73,4	400,1	18,8	8,2	7,5	990	0,62	0,55	0,01	0,50
3	1000		25	36,4	400,7	14,9	4,3	3,8	995	0,50	0,29	0,01	0,25
3	1000		100	178,7	400,4	35,2	20,1	18,5	989	1,00	1,09	0,01	1,00
3	1000	18,5	75	134,3	400,1	27,9	15,1	13,9	991	0,79	0,82	0,01	0,75
3	1000		50	89,6	400,9	21,3	10,1	9,3	995	0,61	0,55	0,01	0,50
3	1000		25	44,8	400,9	16,3	5,3	4,6	997	0,46	0,29	0,00	0,25
3	1000		100	212,6	400,5	42,4	23,8	22	989	1,00	1,08	0,01	1,00
3	1000	22	75	159,6	400,6	34	17,8	16,5	993	0,80	0,81	0,01	0,75
3	1000		50	106,2	400,7	26,6	12	9,3	995	0,63	0,55	0,01	0,42
3	1000		25	53	400,9	26,6	12	11	995	0,63	0,55	0,01	0,50
3	1000		100	290	400	60,3	32,3	30	988	1,00	1,08	0,01	1,00
3	1000	30	75	217,4	400	49,2	24,2	22,5	991	0,81	0,81	0,01	0,75
3	1000		50	144,8	400	39,6	16,3	15	994	0,66	0,54	0,01	0,50
3	1000		25	72,4	400	32,3	8,52	7,5	997	0,53	0,28	0,00	0,25
3	1000		100	357,1	400,7	71,1	39,7	37	990	1,00	1,07	0,01	1,00
3	1000	37	75	268,2	400,2	56	29,6	27,8	992	0,79	0,80	0,01	0,75
3	1000		50	178,8	400,2	42,8	19,8	18,5	995	0,60	0,54	0,01	0,50
3	1000		25	88,9	400,8	32,7	10,2	9,3	997	0,46	0,28	0,00	0,25
3	1000		100	433,7	400,2	81,9	47,6	45	992	1,00	1,06	0,01	1,00
3	1000	45	75	325,3	400,2	63,8	35,6	33,8	995	0,78	0,79	0,01	0,75
3	1000		50	216,7	400,1	47,6	23,8	22,5	998	0,58	0,53	0,00	0,50
3	1000		25	108,3	400	34,5	12,3	11,3	1000	0,42	0,27	0,00	0,25
3	1000		100	530	400,2	98,2	58,2	55	993	0,99	1,06	0,01	1,00
3	1000	55	75	397,3	400	76,1	43,6	41,3	994	0,77	0,79	0,01	0,75
3	1000		50	264,9	400,2	56,1	29,2	27,5	997	0,57	0,53	0,00	0,50
3	1000		25	132,6	400,1	39,7	15	13,8	999	0,40	0,27	0,00	0,25
3	1000		100	721,3	400,8	135,6	79,2	75	994	1,00	1,06	0,01	1,00
3	1000	75	75	541,1	401	104,5	59,2	56,3	996	0,77	0,79	0,00	0,75
3	1000		50	359,1	401	76,4	39,6	37,5	997	0,56	0,53	0,00	0,50
3	1000		25	175,3	401	53,5	20,4	18,8	999	0,39	0,27	0,00	0,25
3	1000		100	864,7	401,1	163,6	94,7	90	994	1,00	1,05	0,01	1,00
3	1000	90	75	651	400,2	127,3	70,8	67,5	996	0,78	0,79	0,00	0,75
3	1000		50	429,2	400,2	95,1	47,4	45	997	0,58	0,53	0,00	0,50
3	1000		25	218,8	400,2	69,1	24,3	22,5	999	0,42	0,27	0,00	0,25
3	1000		100	1057	400,2	200,3	115,5	110	994	1,00	1,05	0,01	1,00
3	1000	110	75	791,7	400,2	156,1	86,4	82,5	996	0,78	0,79	0,00	0,75
3	1000		50	524,5	400,2	116,8	57,8	55	997	0,58	0,53	0,00	0,50
3	1000		25	264,5	400,2	85,6	29,7	27,5	999	0,43	0,27	0,00	0,25
3	1000		100	1268	400,3	241,5	137,9	132	995	1,00	1,04	0,01	1,00
3	1000	132	75	954	400,3	190,3	103,3	99	996	0,79	0,78	0,00	0,75
3	1000		50	636,7	400,4	144,6	69,1	66	998	0,60	0,52	0,00	0,50
3	1000		25	319,5	400,4	108,8	35,5	33	999	0,45	0,27	0,00	0,25

3	1000	160	100	1540	400,5	292	166,4	160	993	0,99	1,04	0,01	1,00
3	1000		75	1153	400,3	227,2	124,5	120	995	0,77	0,78	0,01	0,75
3	1000		50	770,7	400,3	169,4	83,2	80	997	0,58	0,52	0,00	0,50
3	1000		25	382,8	400,3	123	42,4	40	998	0,42	0,27	0,00	0,25
3	1000	200	100	1925	400,4	364,9	208	200	993	0,99	1,04	0,01	1,00
3	1000		75	1447	400,8	283,6	155,5	150	995	0,77	0,78	0,01	0,75
3	1000		50	961,3	400,7	211,4	103,8	100	997	0,58	0,52	0,00	0,50
3	1000		25	479	400,8	154,2	52,8	50	999	0,42	0,26	0,00	0,25
3	1000	250	100	2404	400,5	464,3	259,3	250	994	1,00	1,04	0,01	1,00
3	1000		75	1813	400,6	368,3	194,1	188	996	0,79	0,78	0,00	0,75
3	1000		50	1198	400,8	283,9	129,7	125	997	0,61	0,52	0,00	0,50
3	1000		25	592,3	400,9	218,5	66,1	62,5	999	0,47	0,26	0,00	0,25

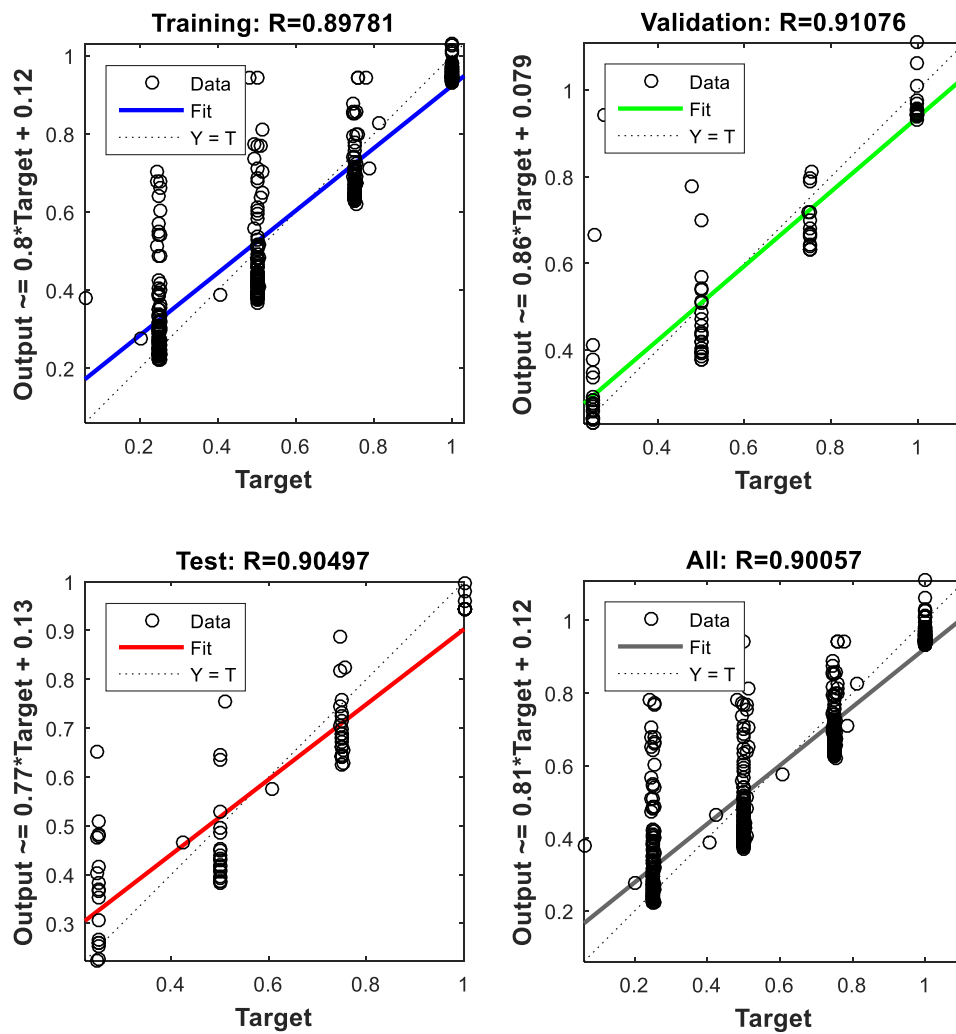
Anexo D

Graficas regresiones de Matlab

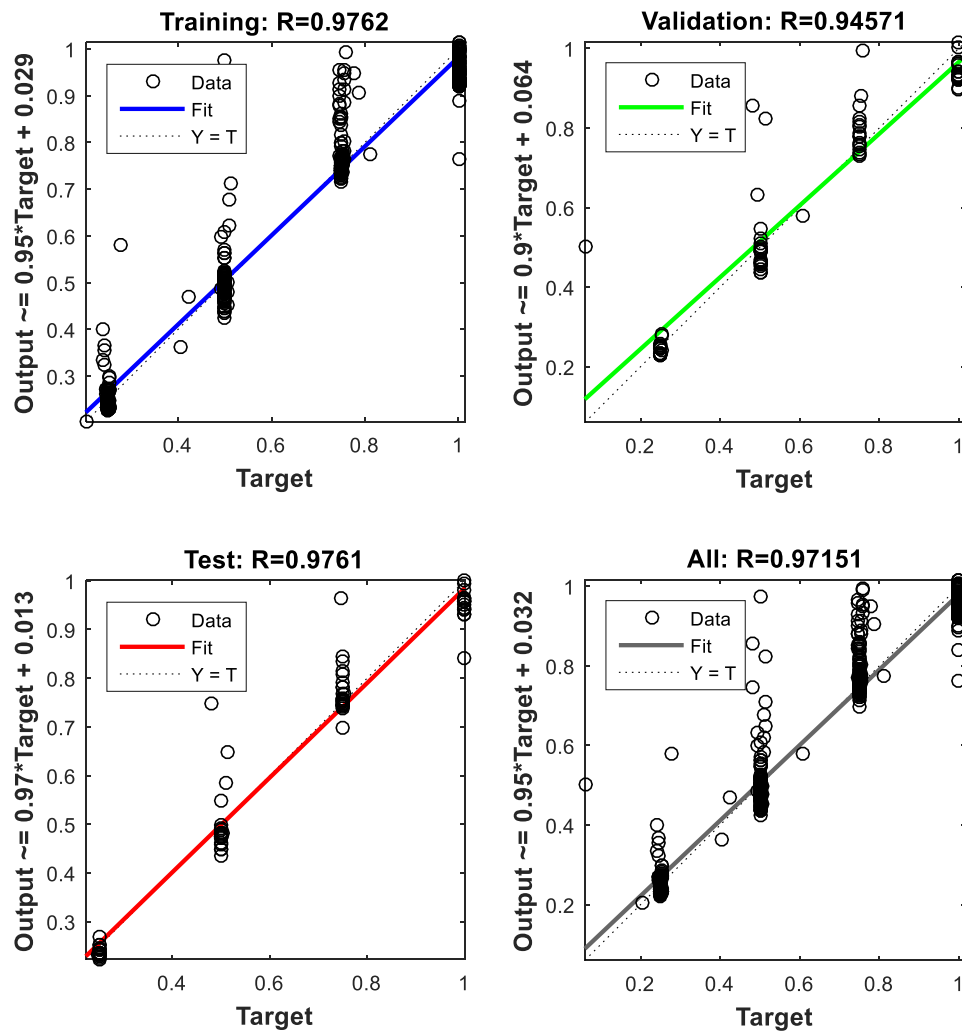
Caso 1
Putil (S)



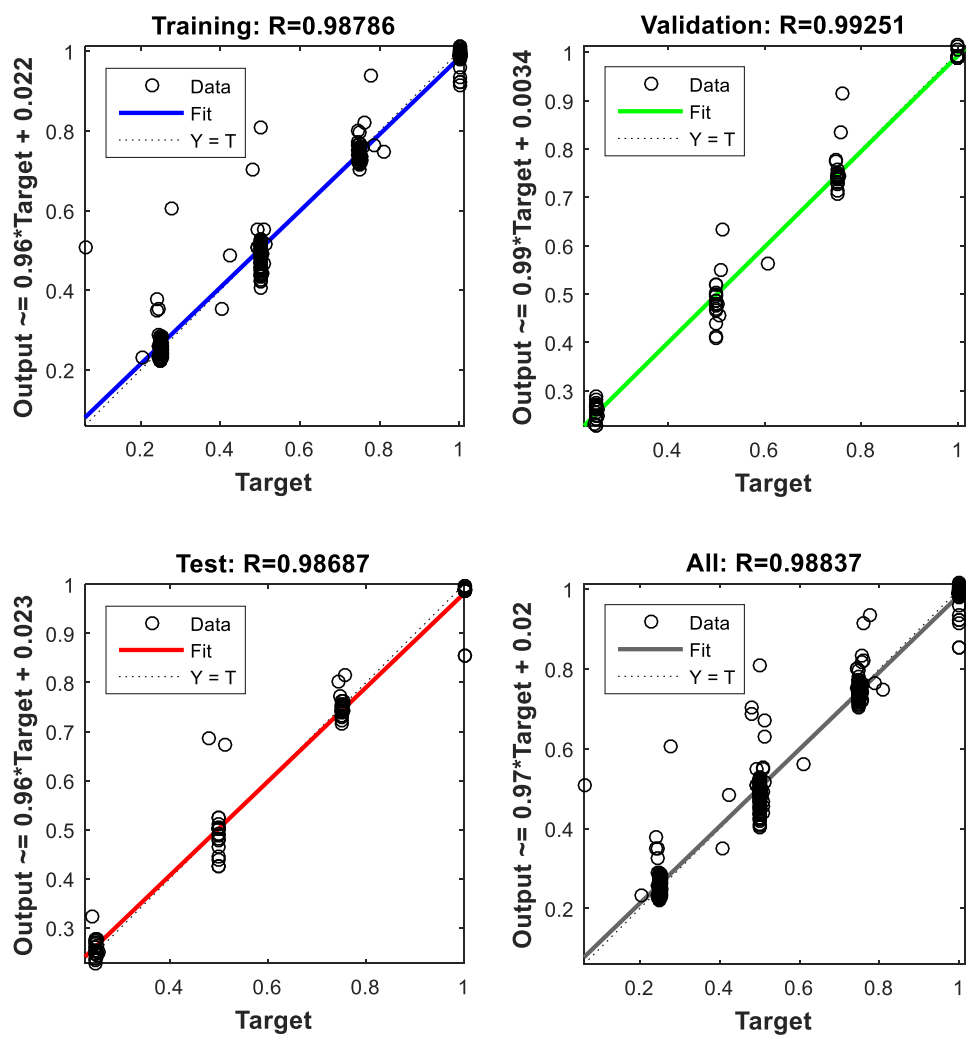
Putil (I)



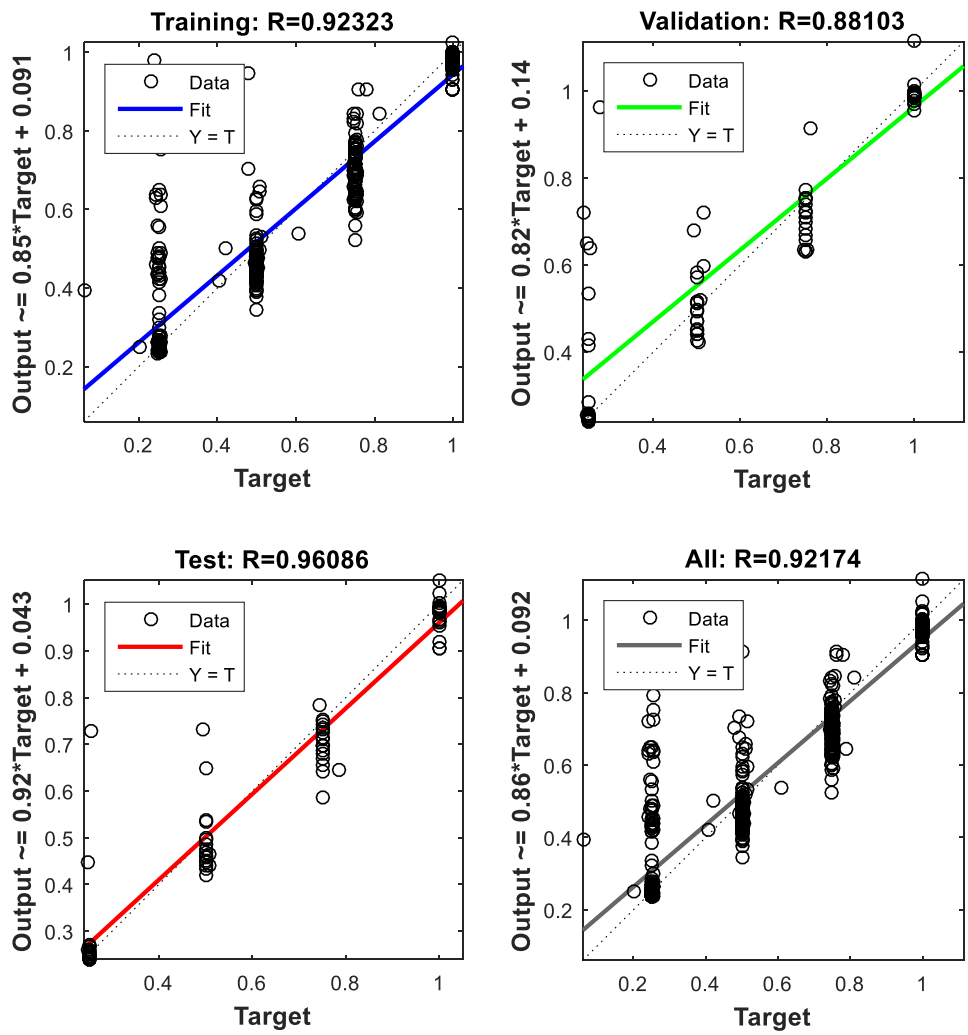
Putil (I, Pabs)



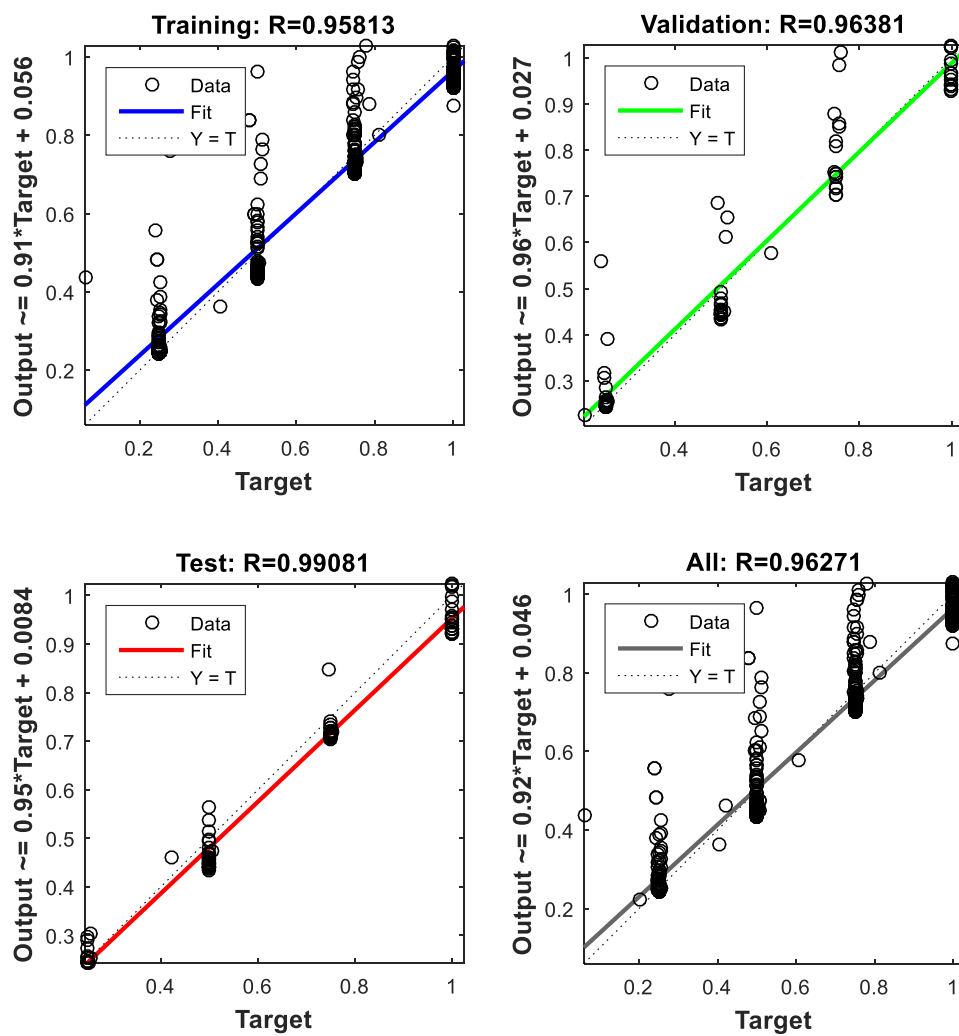
Putil (I, Pabs, S)



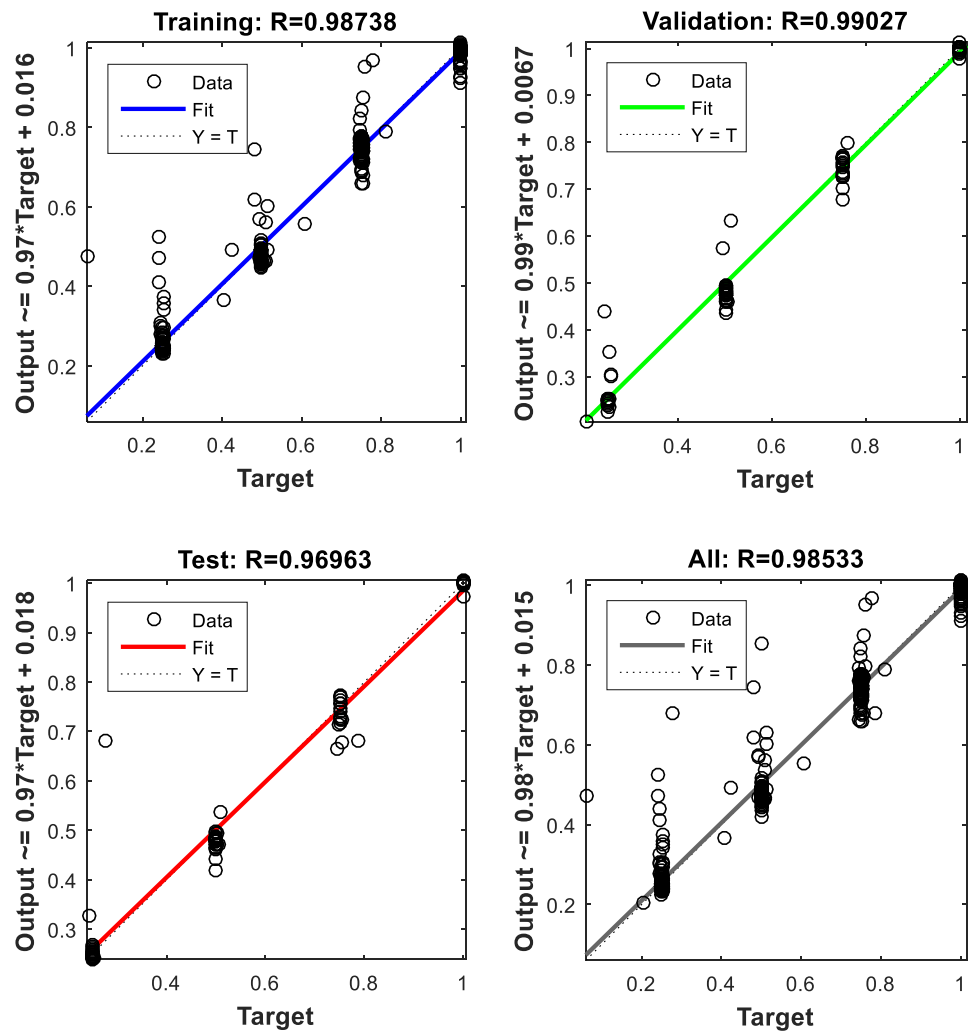
Putil (Ipu, S)



Putil (Pabs)

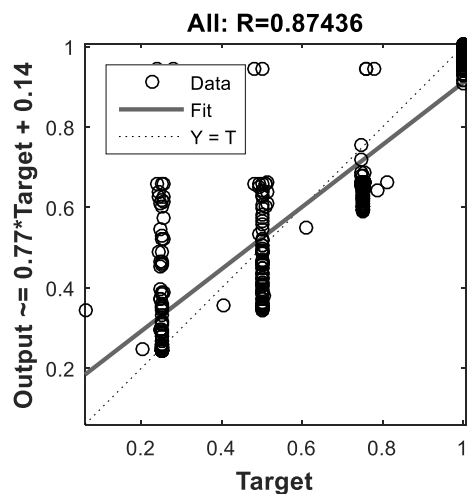
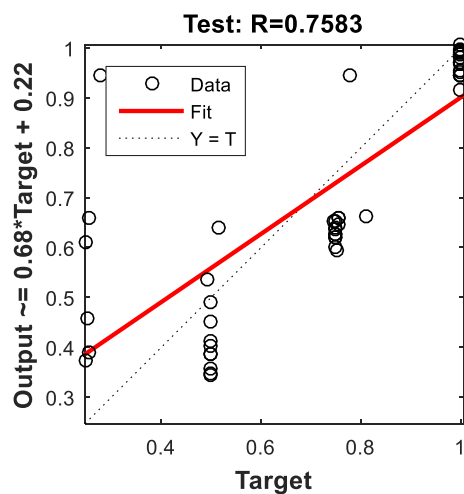
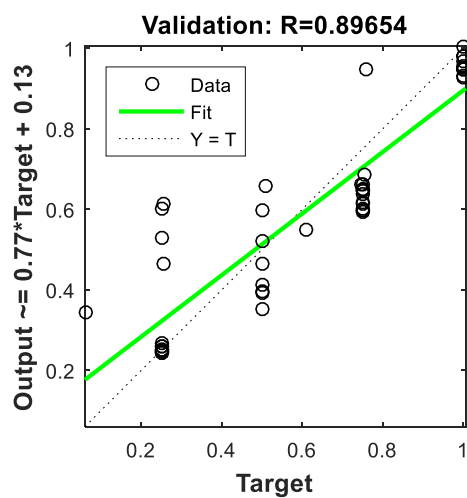
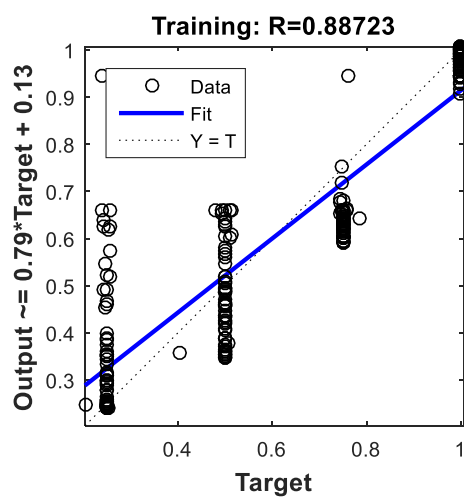


Putil (Pabs, S)

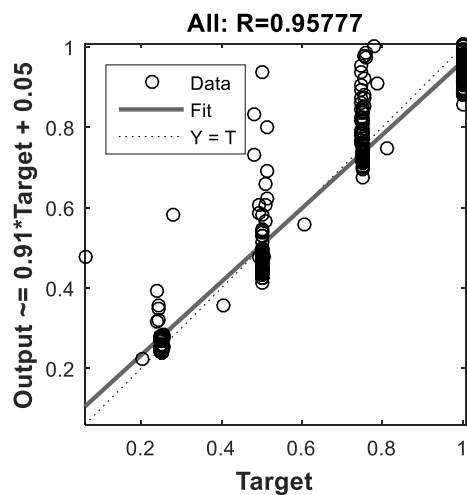
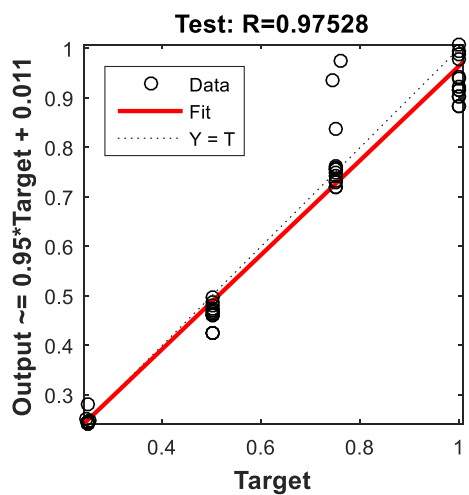
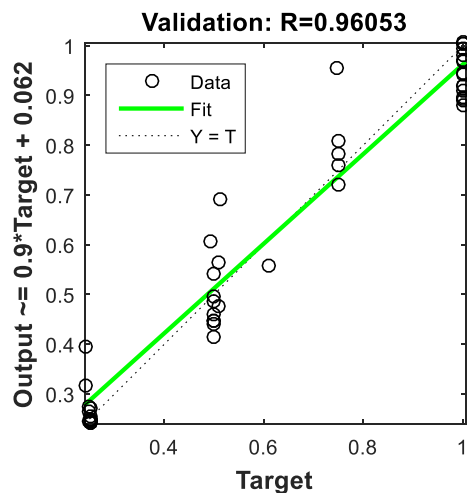
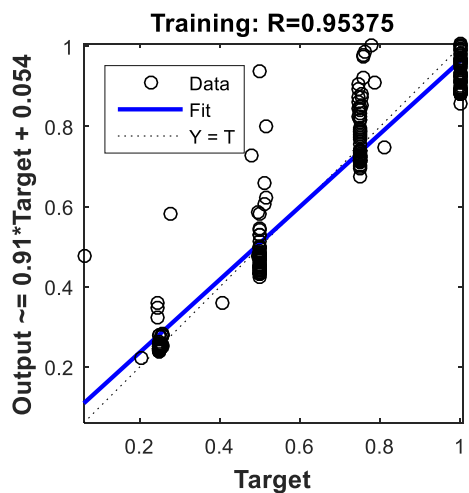


Caso 2

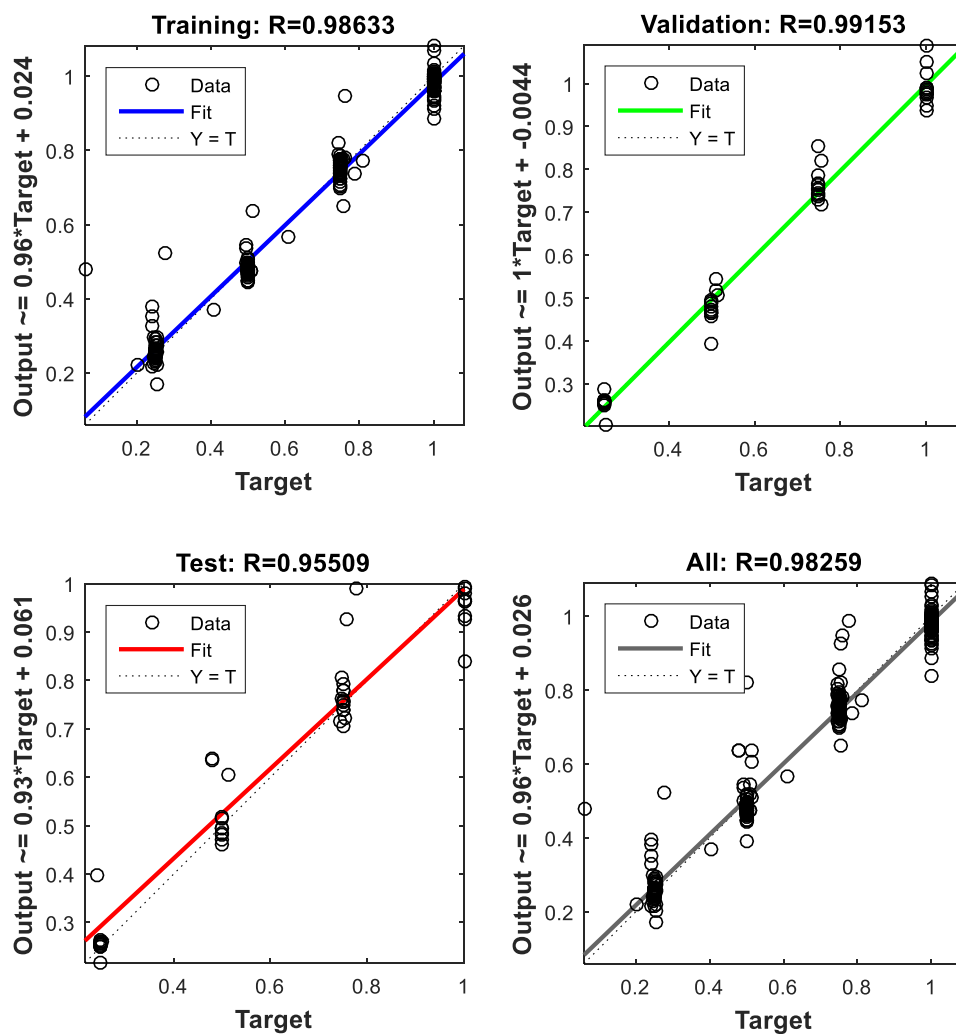
Putil (I)_Ie2



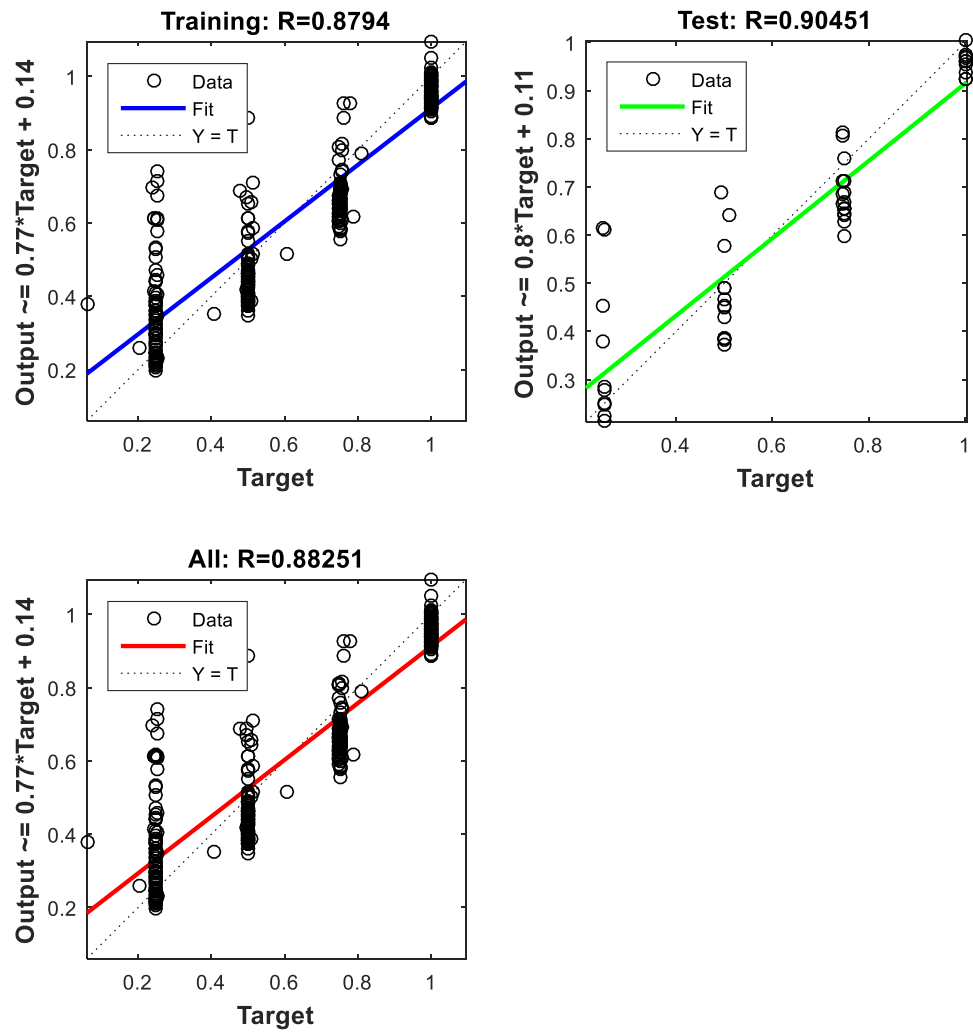
Putil (I, Pabs) _Ie2



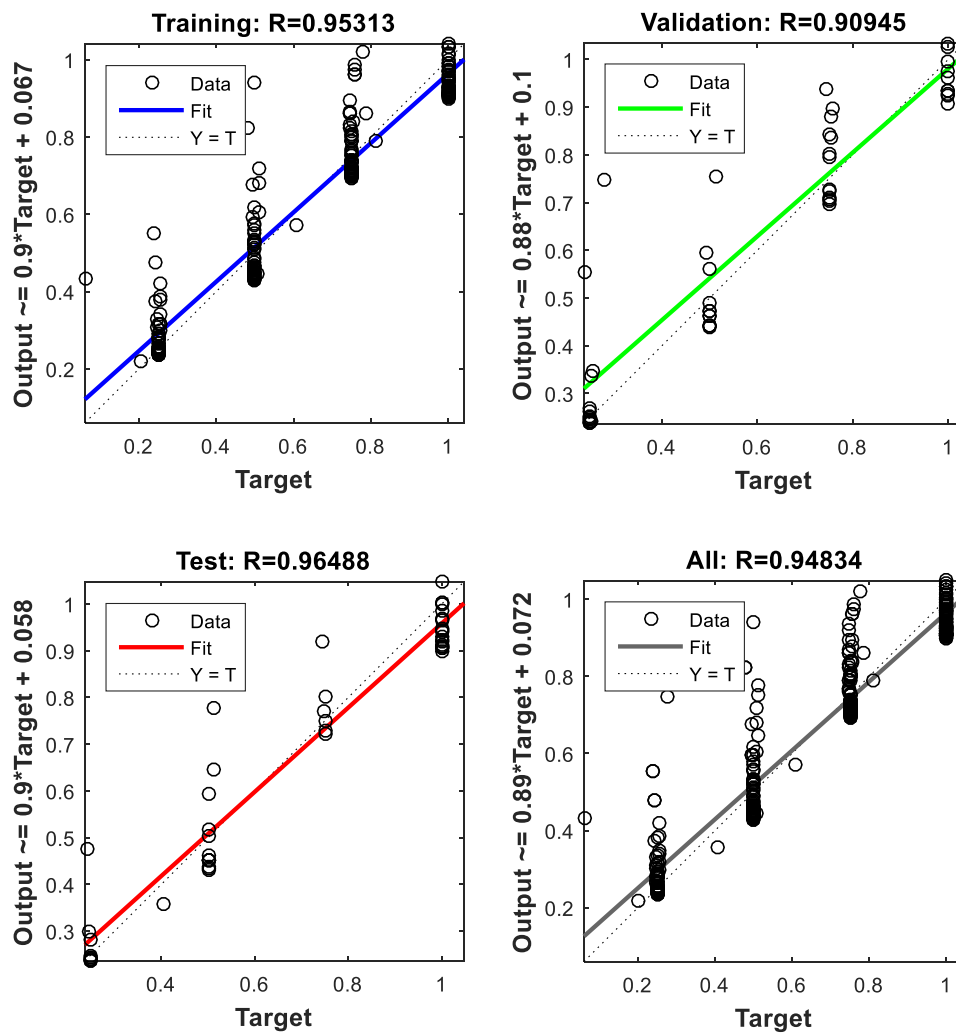
Putil (I, Pabs, S) _Ie2



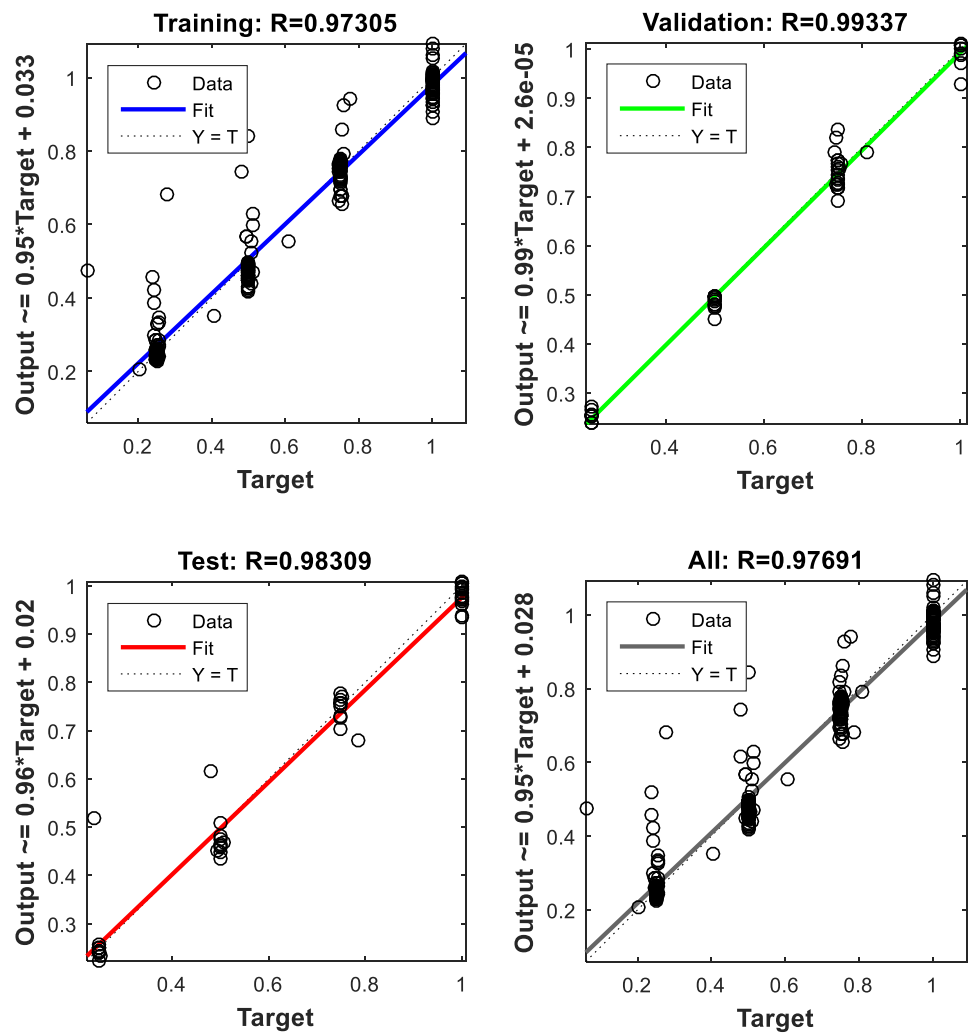
Putil (I, S) _Ie2



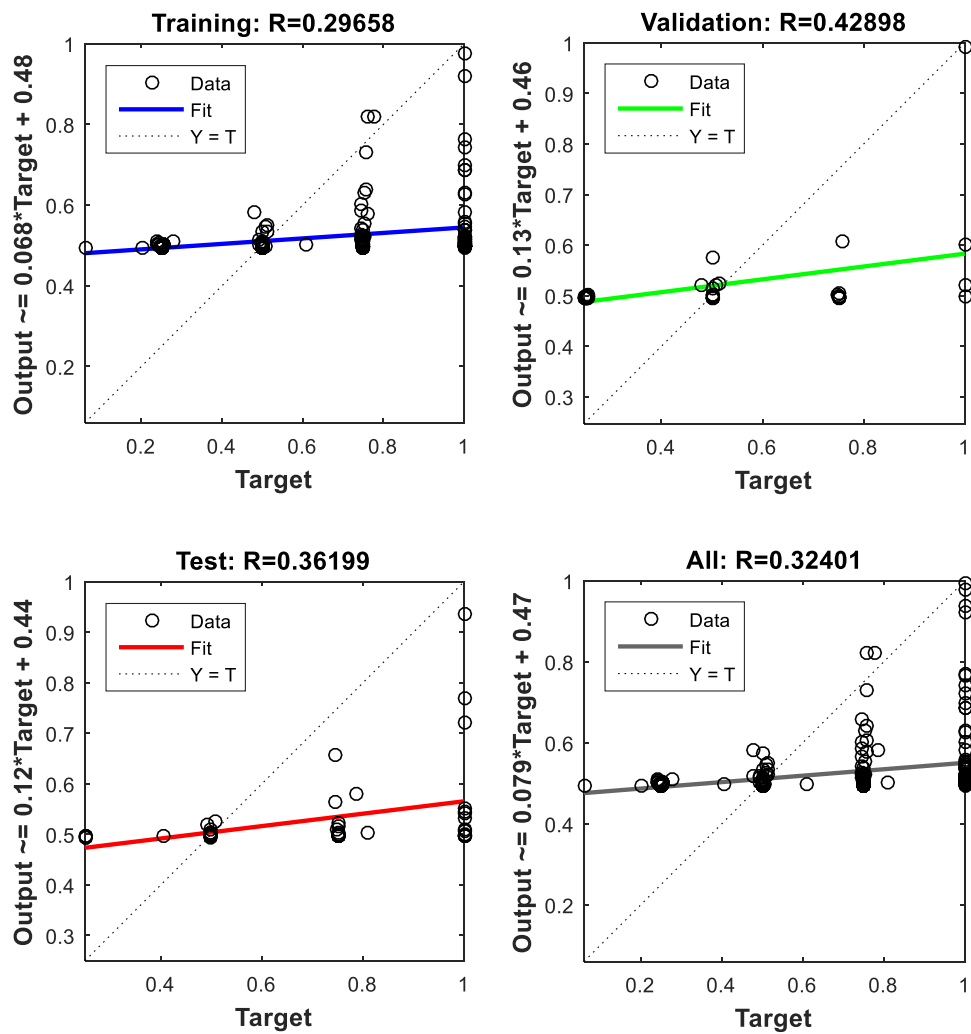
Putil (Pabs) _Ie2



Putil (Pabs, S) _Ie2

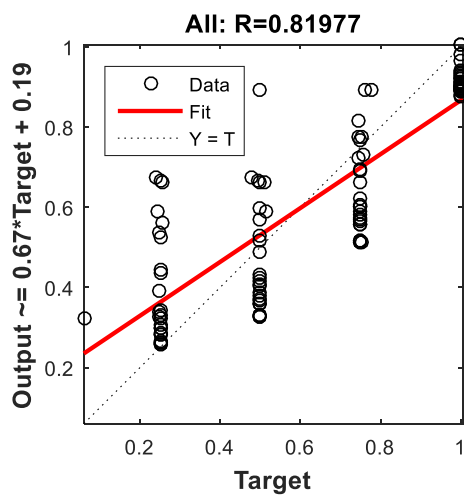
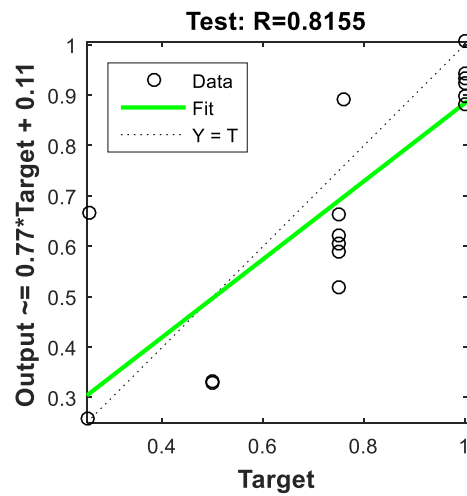
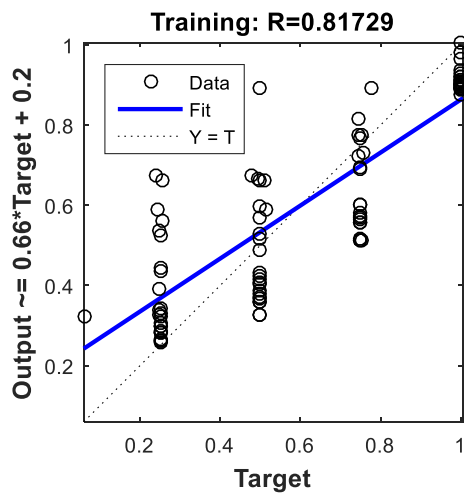


Putil (S)_Ie2

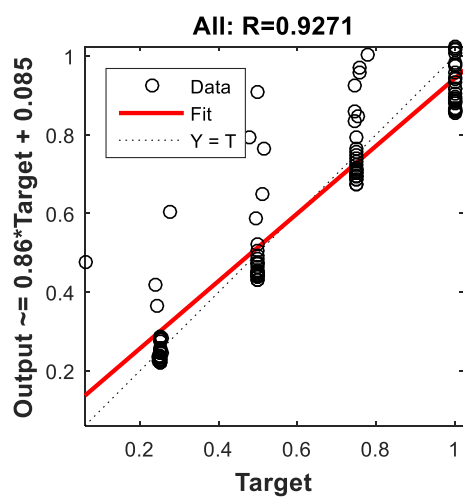
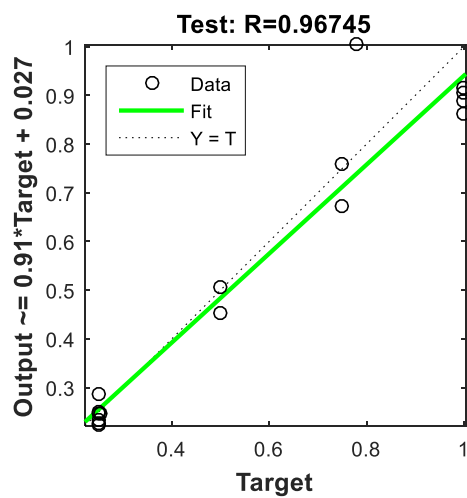
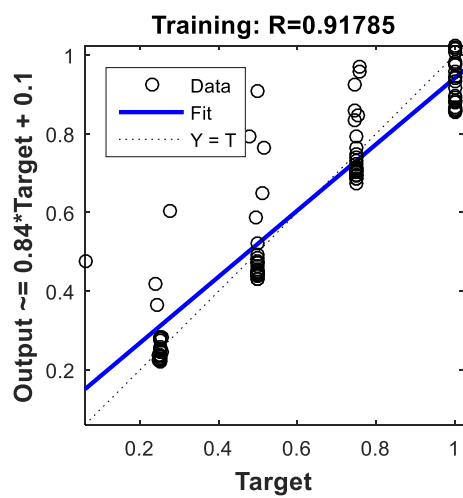


Caso 3

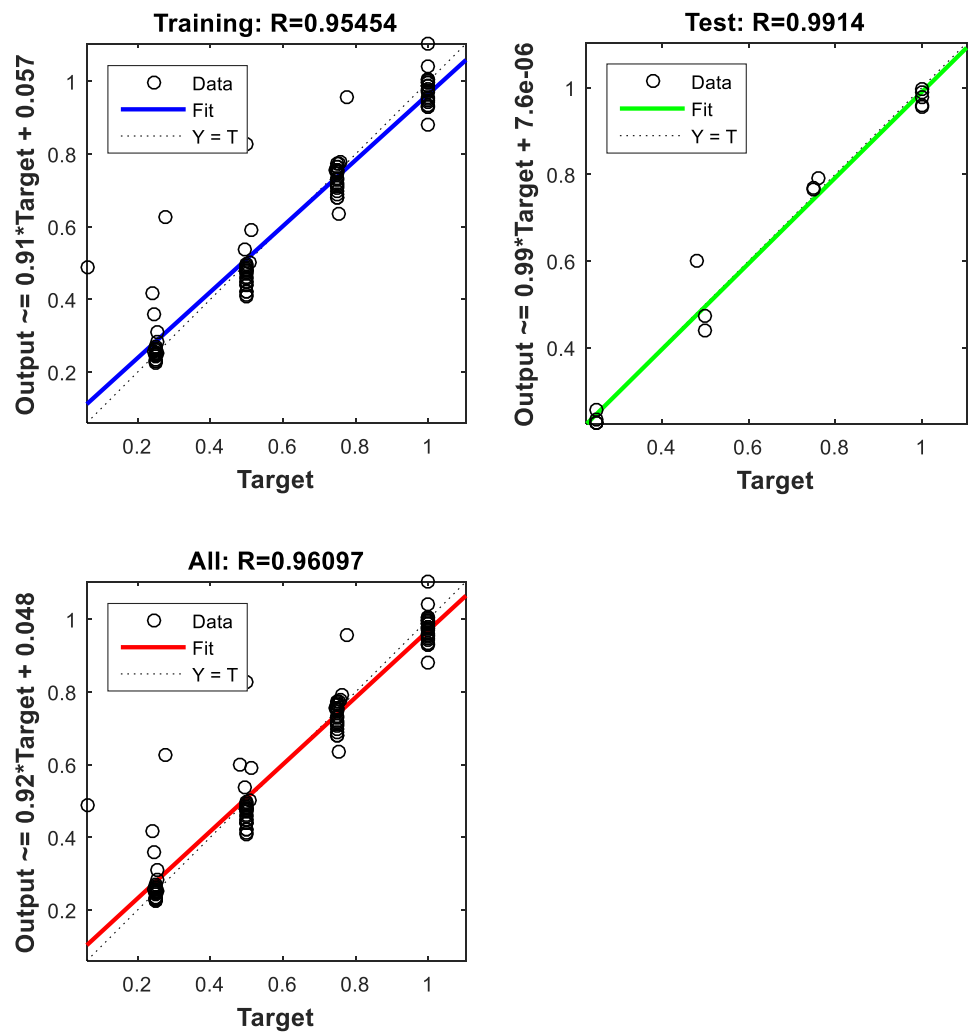
Putil (I)_1000rpm_Ie2



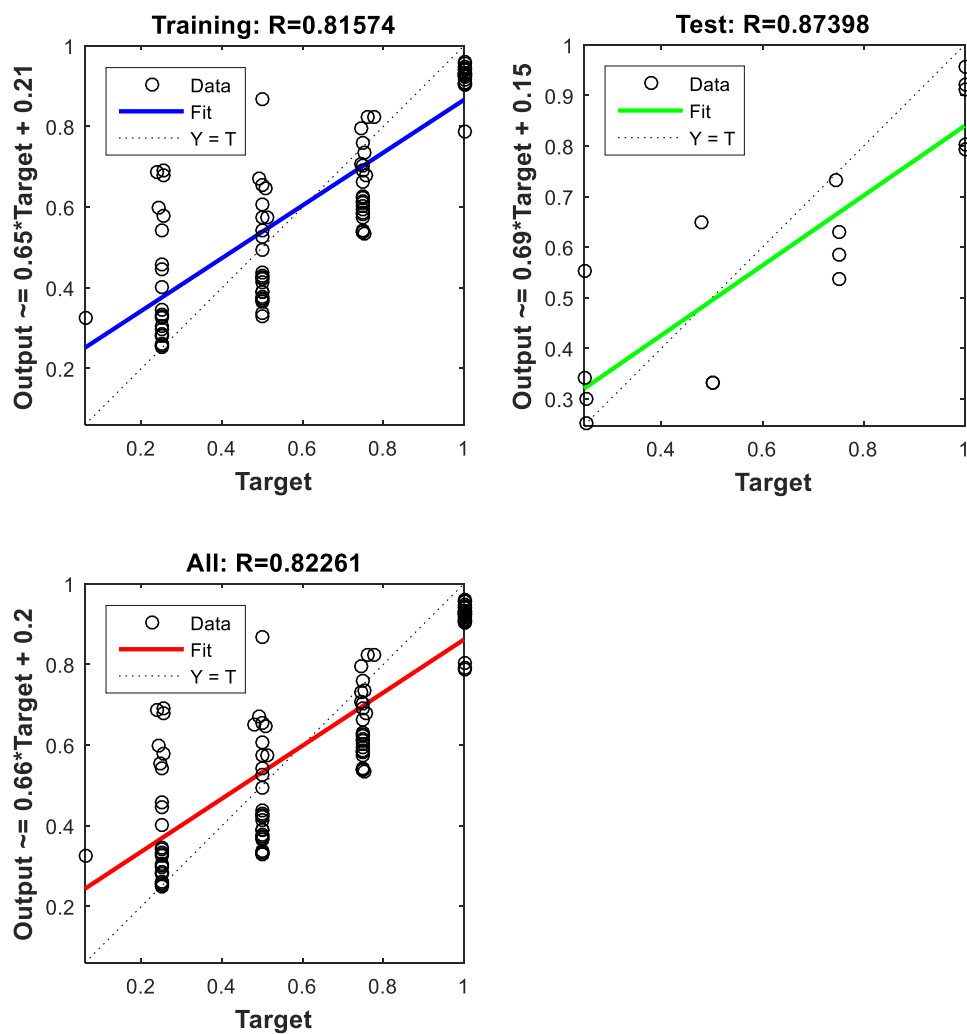
Putil (I, Pabs) _1000rpm_Ie2



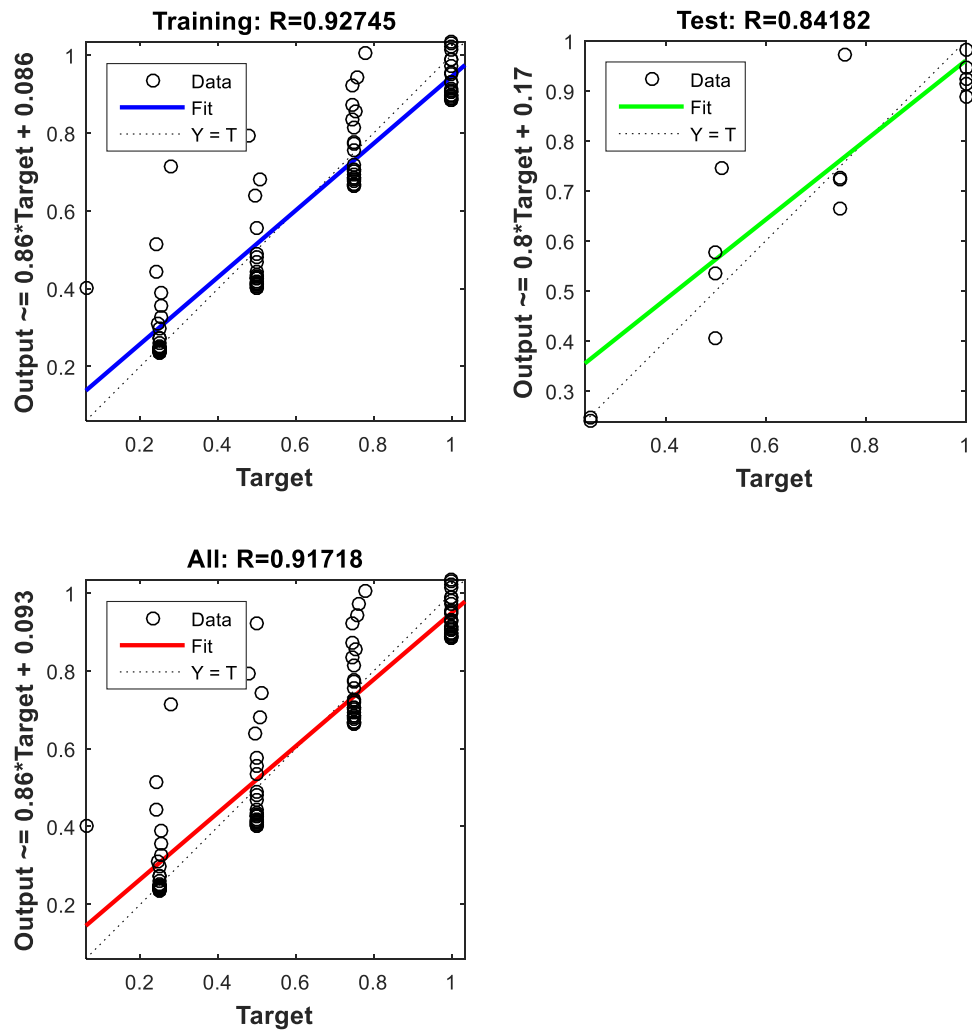
Putil (I, Pabs, S) _1000rpm_Ie2



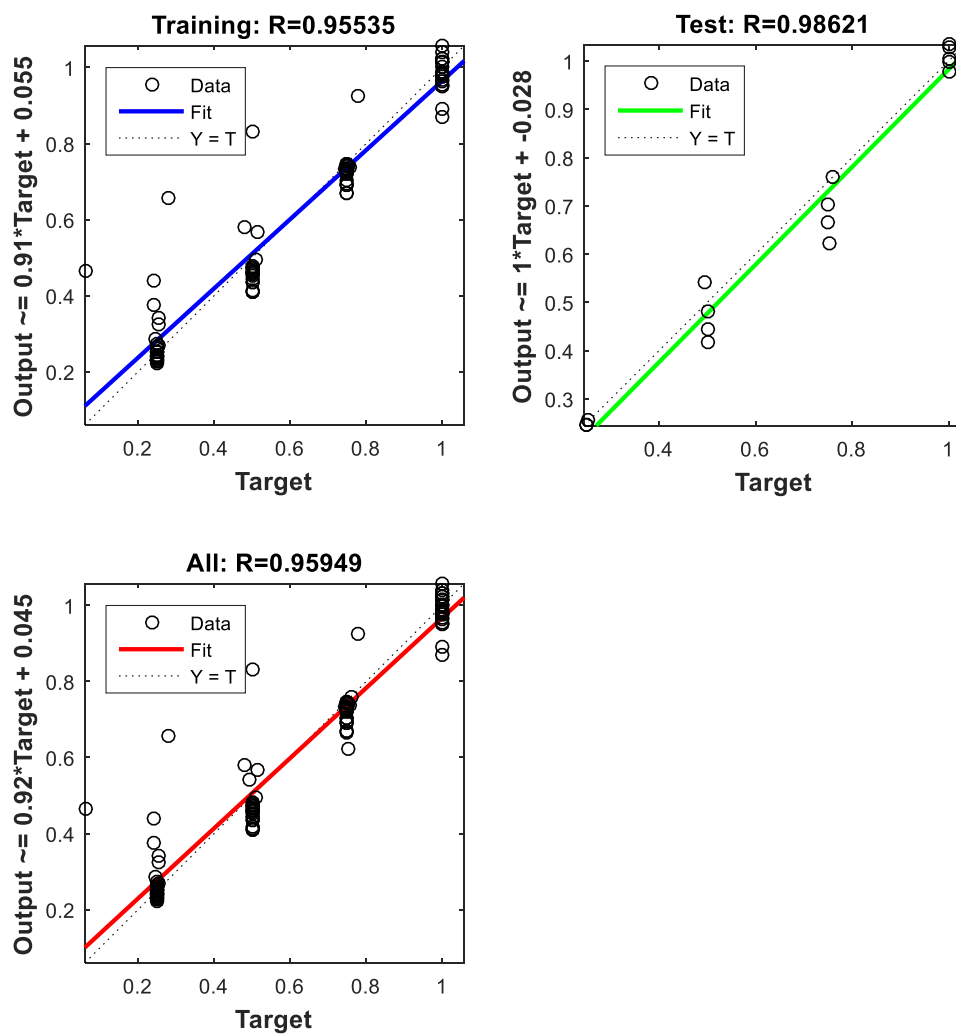
Putil (I, S)_1000rpm_Ie2



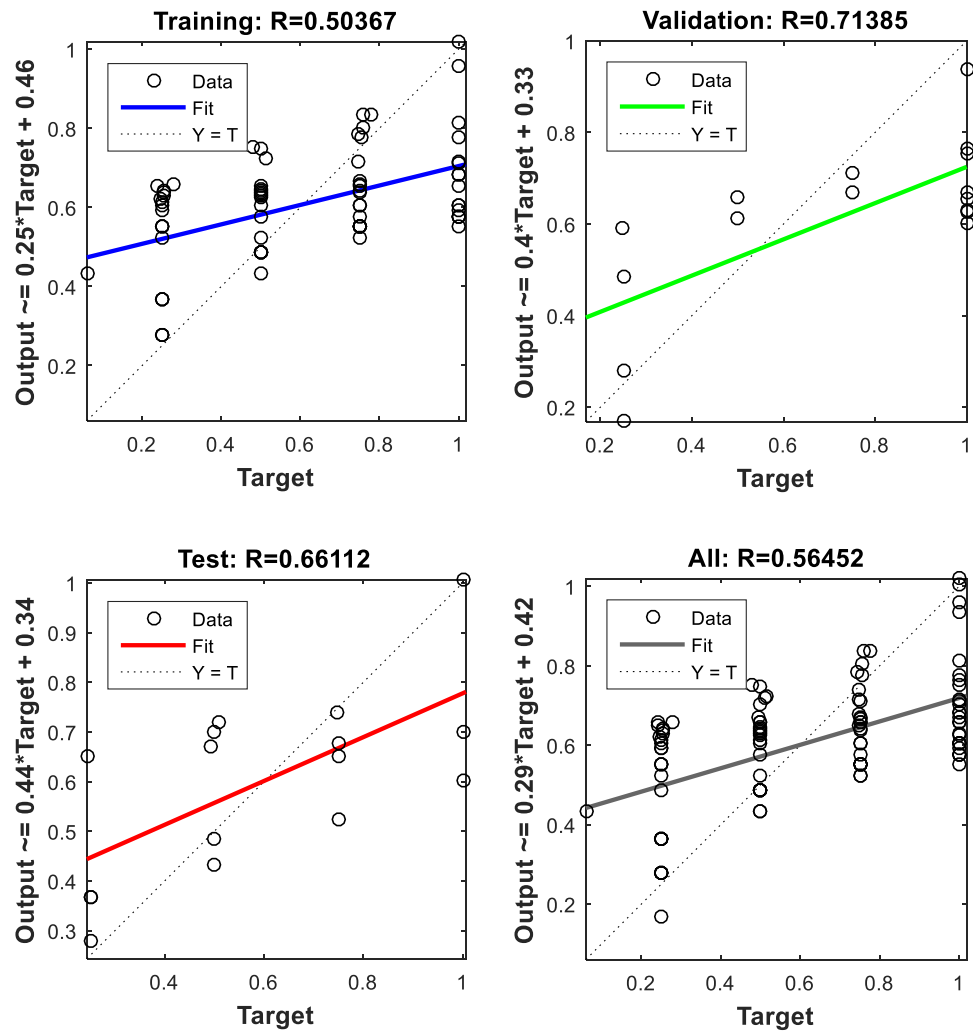
Putil (Pabs)_1000rpm_Ie2



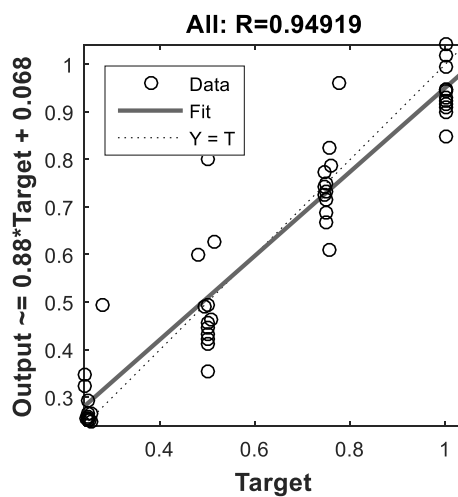
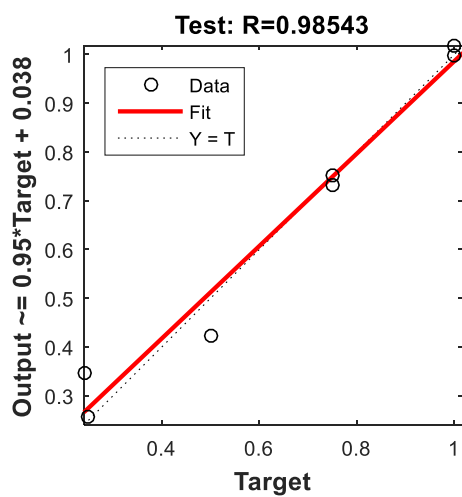
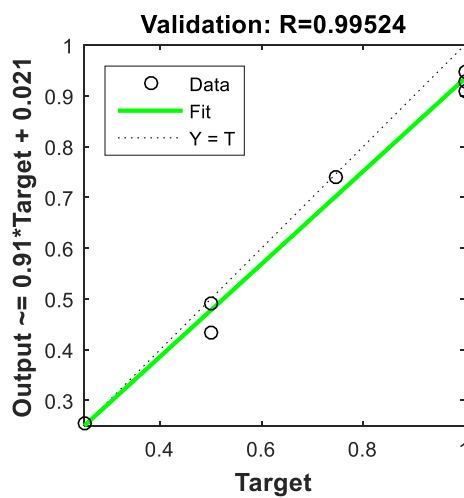
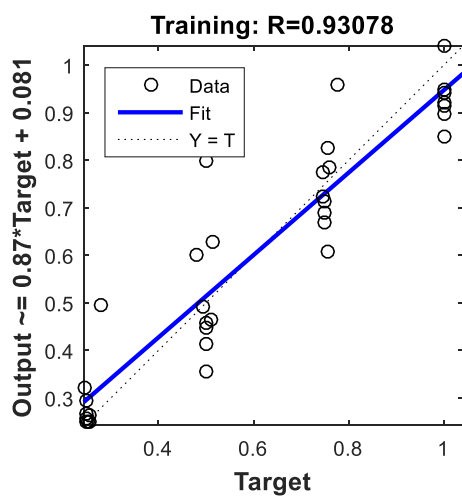
Putil (Pabs, S) _1000rpm_Ie2



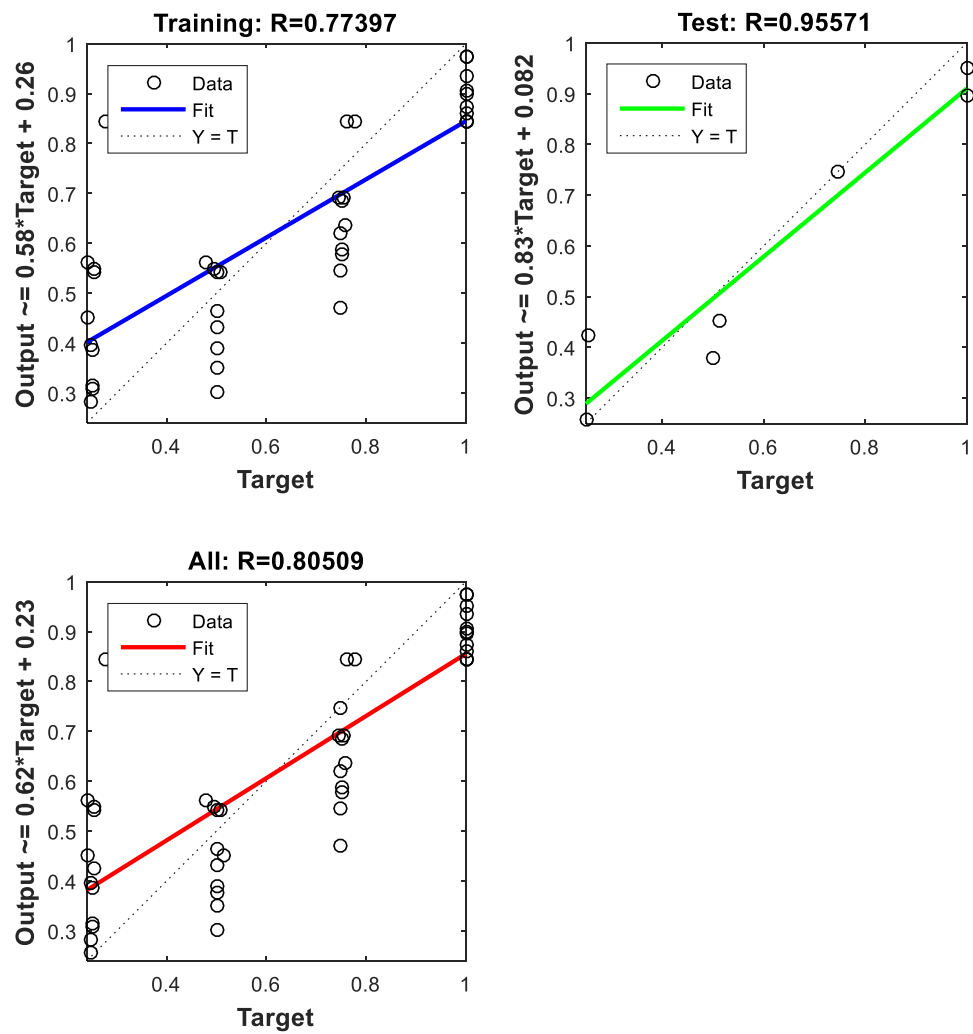
Putil (S)_1000rpm_Ie2



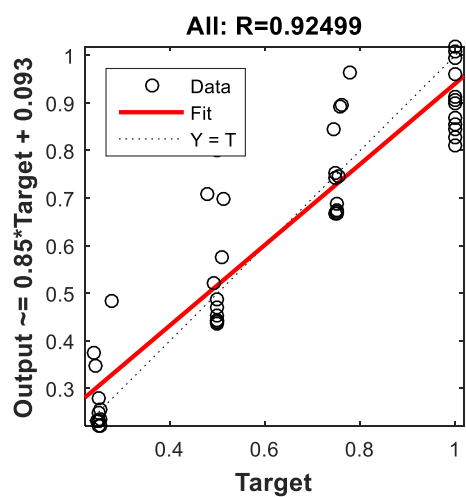
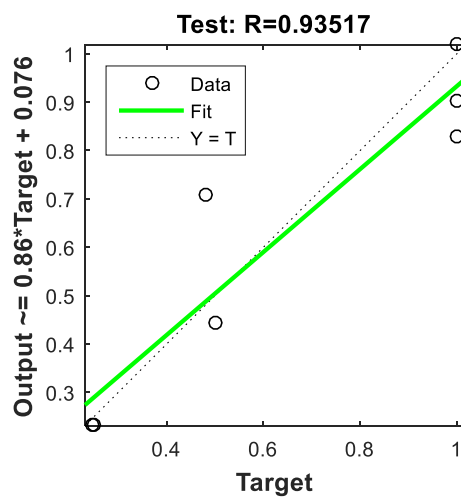
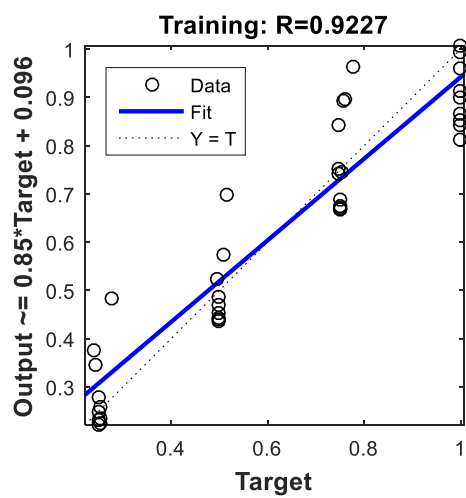
Caso 4

Putil (I, Pabs, S) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW

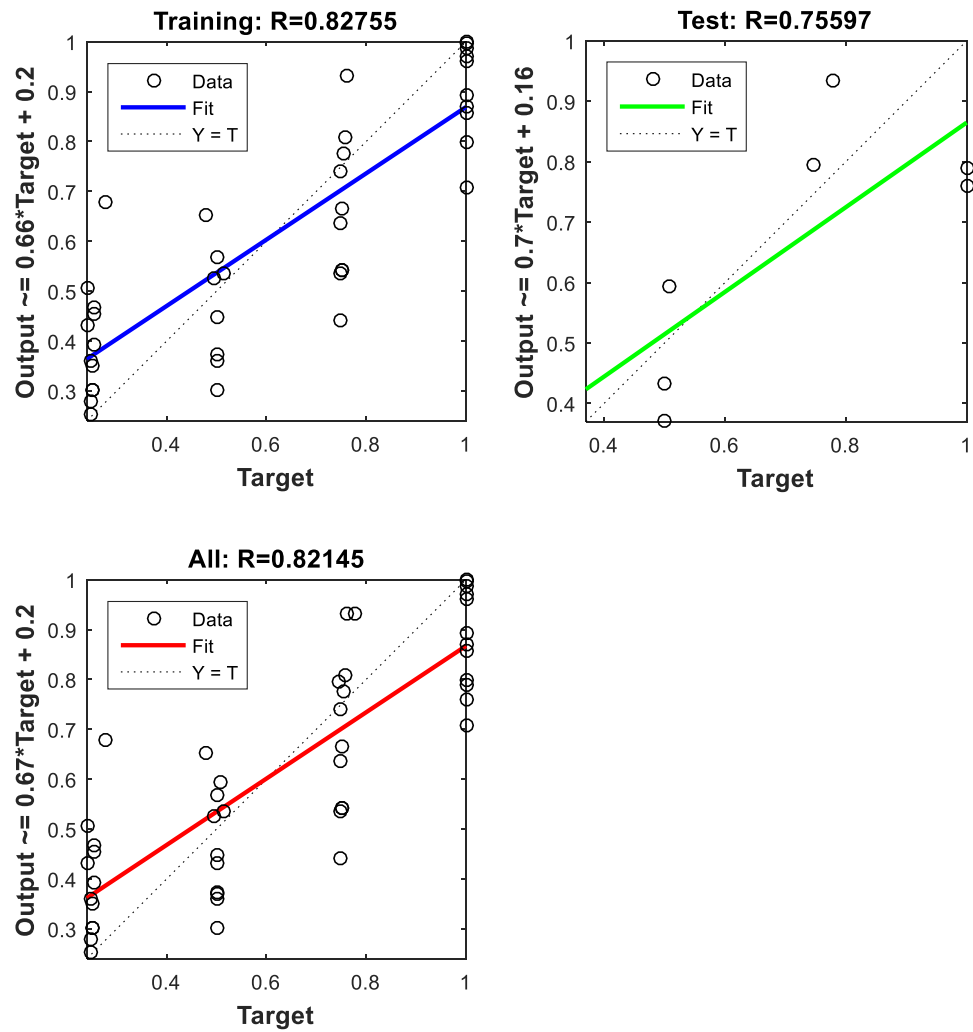
Putil (I) _1000rpm_Ie2_ P ≤ 10 kW



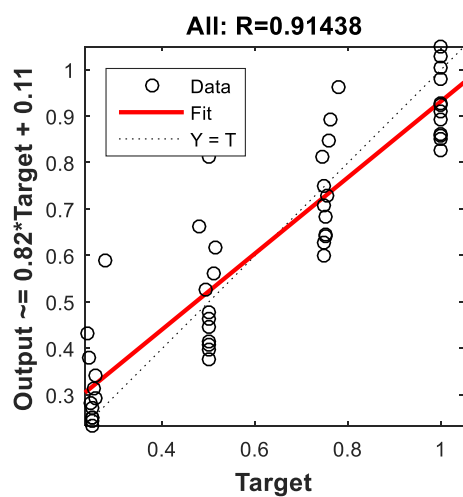
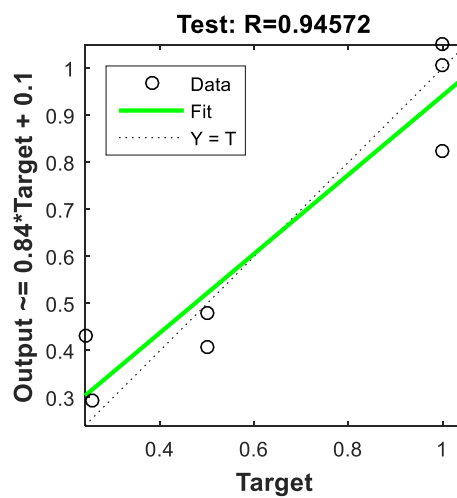
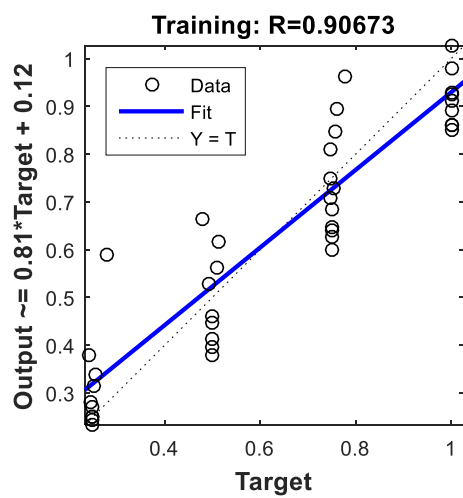
Putil (I, Pabs) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW



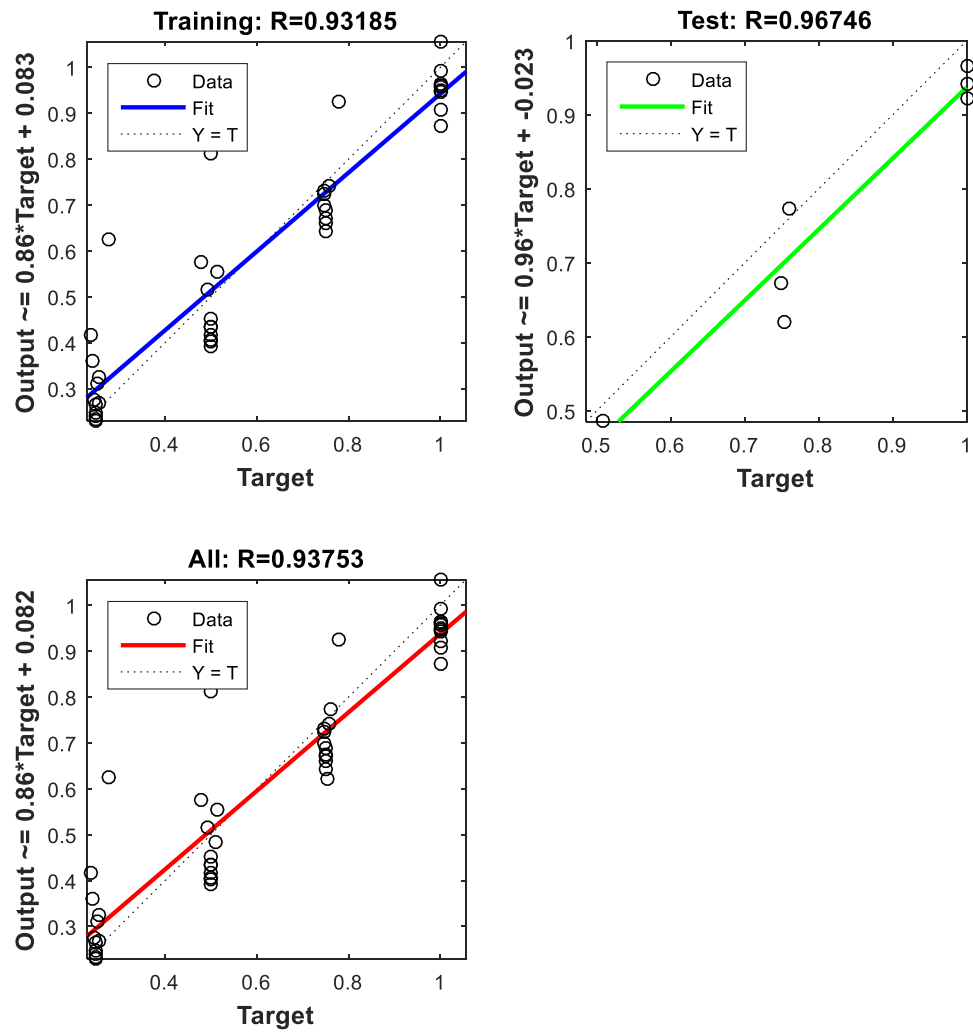
Putil (I, S) _1000rpm_ Ie2_ P ≤ 10 kW



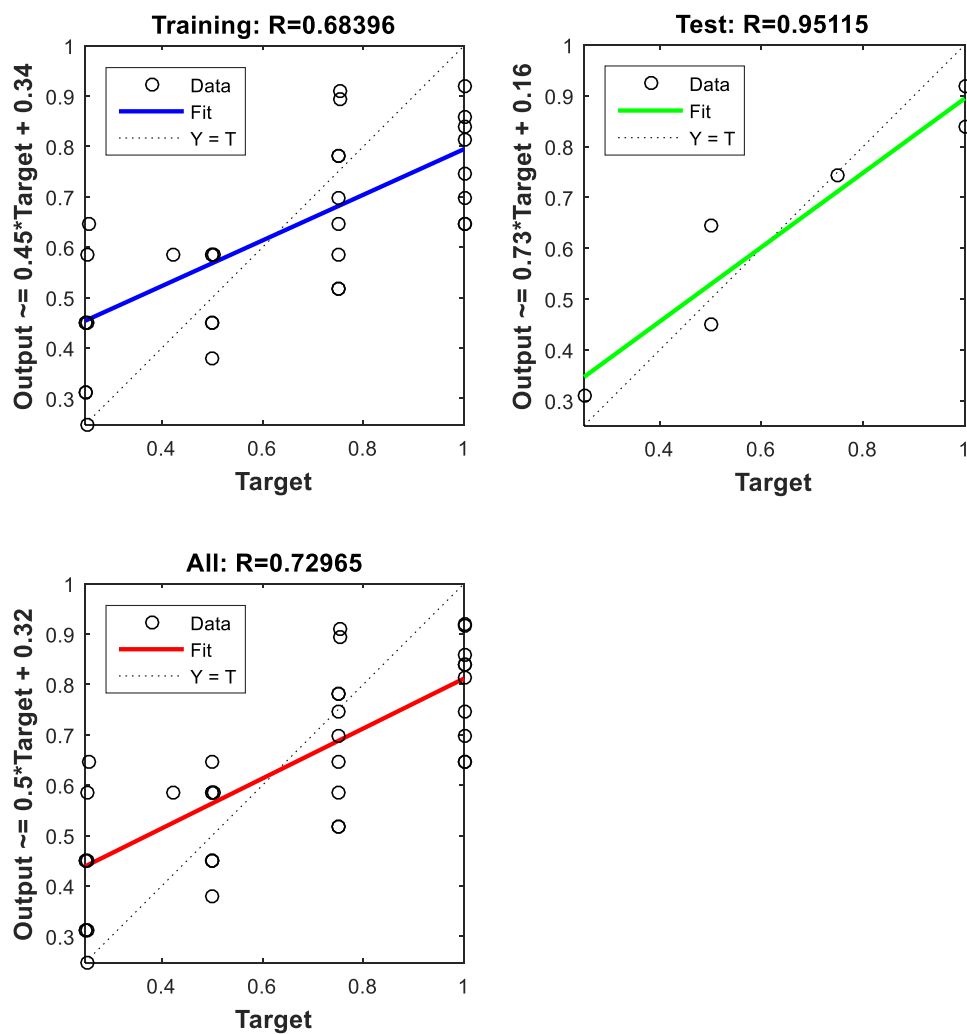
Putil (Pabs)_1000rpm_Ie2_P ≤ 10 kW



Putil (Pabs, S) _1000rpm_Ie2_ P ≤ 10 kW



Putil (S) _1000rpm_ Ie3_10 kW ≤ P ≤ 100 kW



Anexo E

Códigos Matlab redes neuronales

Caso 1

Putil (S)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
18:57:25.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0;
x1_step1_gain = 22.22222222222222;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-0.2694002707768372;-10.359883258375115];
IW1_1 = [2.3584203222439788;-10.769599326800412];

% Layer 2
b2 = -0.25561067561083378;
LW2_1 = [0.26810971120827298 -0.93419338174745148];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function

```

```
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (I)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
20:05:57.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.345549738219895;
x1_step1_gain = 2.50844277673546;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [4.3878490158343109;0.22415252748705888];
IW1_1 = [-2.0048462559470797;-0.72336833771775655];

% Layer 2
b2 = 0.12849702558752679;
LW2_1 = [0.3809911050348409 -1.578687429893588];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (I, Pabs)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
20:12:33.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.345549738219895;0.229189189189189];
x1_step1_gain = [2.50844277673546;1.33955509071161];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [1.3802355477637223;-0.60607640605662061];
IW1_1 = [-1.4404815851666763 3.514508994475364;-0.77251726116343866
0.80922846580795826];

% Layer 2
b2 = -0.89109367299026454;
LW2_1 = [0.9845265176648772 -1.417484367679029];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)

```



```

y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Putil (I, Pabs, S)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
20:17:39.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 3xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.345549738219895;0.229189189189189;0];
x1_step1_gain = [2.50844277673546;1.33955509071161;22.2222222222222];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-17.915138810493946;-1.0520949798225803];
IW1_1 = [12.846587239267855 30.59402353109386 -
13.398964968208954;0.7846760220458513 -3.7404943548122236
0.87122870200158986];

% Layer 2
b2 = 0.14319803409737689;
LW2_1 = [0.16552397173244435 -0.72250523503217223];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function

```

```
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (Ipu, S)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
20:30:28.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.345549738219895;0];
x1_step1_gain = [2.50844277673546;22.2222222222222];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-0.24593316467977699;1.8732151154440948;27.012596622424162];
IW1_1 = [0.95584988349981392 1.9946437756511934;-2.1881000734440867
2.0579326038617056;41.052309371465149 6.5557355702423239];

% Layer 2
b2 = 0.75331181475361308;
LW2_1 = [0.57640398708877194 -0.67390462342877655 0.14741597172522];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)

```

```

y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Putil (Pabs)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
20:33:48.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.229189189189189;
x1_step1_gain = 1.33955509071161;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [2.7588781178159616;0.60940174930457303];
IW1_1 = [-2.3949030225545629;1.5537216724192731];

% Layer 2
b2 = -0.5999186703124112;
LW2_1 = [0.7570890347969419 1.095874301633766];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end

```

Putil (Pabs, S)

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
20:33:48.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.229189189189189;
x1_step1_gain = 1.33955509071161;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [2.7588781178159616;0.60940174930457303];
IW1_1 = [-2.3949030225545629;1.5537216724192731];

% Layer 2
b2 = -0.5999186703124112;
LW2_1 = [0.7570890347969419 1.095874301633766];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```



```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Caso 2

Putil (I)_Ie2

```
function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:11:57.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.34672619047619;
x1_step1_gain = 2.51214953271028;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-3.4595131435240001;4.5109505608337557;-
0.40997472738493784;5.4429311093259791];
IW1_1 = [6.1122891912742539;-7.8845892593694593;-
1.3149459878467389;5.6886797506231348];

% Layer 2
b2 = 0.180925067130456;
LW2_1 = [-1.1213636321847642 -1.3522168112238564 -0.78622849880215728 -
0.15362421614318525];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end
```

```
% ===== MODULE FUNCTIONS =====
```

```
% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
```

```
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (I, Pabs) _Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:11:57.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.34672619047619;
x1_step1_gain = 2.51214953271028;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-3.4595131435240001;4.5109505608337557;-
0.40997472738493784;5.4429311093259791];
IW1_1 = [6.1122891912742539;-7.8845892593694593;-
1.3149459878467389;5.6886797506231348];

% Layer 2
b2 = 0.180925067130456;
LW2_1 = [-1.1213636321847642 -1.3522168112238564 -0.78622849880215728 -
0.15362421614318525];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

```

```
% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (I, Pabs, S) _Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:25:54.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 3xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.34672619047619;0.229189189189189;0.000666666666666667];
x1_step1_gain = [2.51214953271028;1.33955509071161;22.3880597014925];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [2.1095645683213253;0.086375468054065541;2.0901910546866511];
IW1_1 = [-2.4603173449276108 1.8390742229133472 -
0.64682964307033308;0.0018166890282577813 1.2434319112316827 -
0.37975592933974051;0.89843955494249039 -0.073398617376126934 -
2.2565857978248638];

% Layer 2
b2 = -0.98858800626937526;
LW2_1 = [0.84476791052482991 1.5403590175925597 0.51429303106083413];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

```

```
% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (I, S) _Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:38:50.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.34672619047619;0.000666666666666667];
x1_step1_gain = [2.51214953271028;22.3880597014925];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [0.14740250802516019;0.20772487896044092;-
0.20868048717257248;1.0523461233123044];
IW1_1 = [-0.55241762586479259 -1.2146046569052926;0.06503626926910186 -
0.033472201561528671;-0.065274036292771329 0.033360713347460873;-
0.86923273675407597 1.1790029161208833];

% Layer 2
b2 = 0.97965196354043627;
LW2_1 = [-1.0372816413930881 0.22927078797495676 -0.23174632973579737 -
1.1897522539808285];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

```



```
% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (Pabs)_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:44:20.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.229189189189189;
x1_step1_gain = 1.33955509071161;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [0.69130923001548483;-5.1511421492433485];
IW1_1 = [1.63412500575366;-2.2215781122736771];

% Layer 2
b2 = 0.15389346982262833;
LW2_1 = [1.0286721754399857 0.061410049179397755];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (Pabs, S)_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:49:26.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.229189189189189;0.000666666666666667];
x1_step1_gain = [1.33955509071161;22.3880597014925];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-3.232582491054127;0.18008567387219246];
IW1_1 = [-2.1779815641990892 -1.2837935525316611;1.2607716997743825 -
0.50864717239603607];

% Layer 2
b2 = 0.13953148151912545;
LW2_1 = [0.11802408664474376 1.5685820126251573];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)

```

```

y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Putil (S)_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 14-Oct-2018
19:56:10.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.0006666666666666667;
x1_step1_gain = 22.3880597014925;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 0.78343793395002936;
IW1_1 = -1.7768430603622709;

% Layer 2
b2 = 0.5242257080823951;
LW2_1 = -0.60783663275490751;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Caso 3

Putil (I) _1000rpm_Ie2

```
function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
17:18:42.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.364222222222222;
x1_step1_gain = 2.84720025308447;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 0.729384730841934;
IW1_1 = -0.95518445827511178;

% Layer 2
b2 = 0.70601902045619858;
LW2_1 = -1.3785656212719695;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
```



```
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (I, Pabs) _1000rpm_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
17:39:41.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.364222222222222;0.26516];
x1_step1_gain = [2.84720025308447;1.3726249775042];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 1.0111302937278477;
IW1_1 = [-0.53806103214640155 2.2902405021620051];

% Layer 2
b2 = 0.086867047232431285;
LW2_1 = 0.97021712943086946;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (I, Pabs, S) _1000rpm_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
17:56:15.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 3xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.364222222222222;0.26516;0.001];
x1_step1_gain = [2.84720025308447;1.3726249775042;22.4719101123596];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = -0.17395393780172183;
IW1_1 = [0.15692104115247077 -1.6554580152903731 0.62492526607102727];

% Layer 2
b2 = 0.20778769546985254;
LW2_1 = -1.2774312717073946;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

```

```

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

```

```

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end

```

Putil (I, S) _1000rpm_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
18:12:35.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.364222222222222;0.001];
x1_step1_gain = [2.84720025308447;22.4719101123596];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 0.75042442894798644;
IW1_1 = [-0.96752946690998243 0.1182741351539062];

% Layer 2
b2 = 0.66181529453675114;
LW2_1 = -1.3622437701755608;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (Pabs)_1000rpm_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
18:17:36.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.26516;
x1_step1_gain = 1.3726249775042;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = -0.65963395453349671;
IW1_1 = -1.7005292901237365;

% Layer 2
b2 = 0.12527284299656871;
LW2_1 = -0.96543101341183568;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```



```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (Pabs, S)_1000rpm_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
18:38:41.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.26516;0.001];
x1_step1_gain = [1.3726249775042;22.4719101123596];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [-0.022655843726963647;-0.0042564442612761013];
IW1_1 = [-1.1154207283452331 0.086834326730408473;-0.81261420459094769
0.76918127245311085];

% Layer 2
b2 = 0.25215847098305139;
LW2_1 = [-1.0530390426895044 -0.9654281610078469];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)

```

```

y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Putil (S)_1000rpm_Ie2

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 21-Jul-2018
13:48:26.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.001;
x1_step1_gain = 22.4719101123596;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [3.2955839835472798;0.49500782988597269;-8.0311178263178284];
IW1_1 = [-4.5759750548254887;2.2921938978422136;-7.2999635081526177];

% Layer 2
b2 = -1.9513397852227594;
LW2_1 = [-0.24119657934176039 0.20098762002785681 -2.5854668994014474];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.12765957446809;
y1_step1_xoffset = 0.06;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Caso 4

Putil (I, Pabs, S) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW

```
function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 16-Jun-2018
10:27:04.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 3xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.570552147239264;0.3;0.007];
x1_step1_gain = [4.03132728771641;1.40625;24.0963855421687];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = -0.39536231067782368;
IW1_1 = [0.70537066593198483 -3.0450569637987037 0.93913951995490308];

% Layer 2
b2 = 0.0091183390814146108;
LW2_1 = -1.1397374044382047;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.63157894736842;
y1_step1_xoffset = 0.24;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
```

```
function y = mapminmax_apply(x, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
y = bsxfun(@minus, x, settings_xoffset);
y = bsxfun(@times, y, settings_gain);
y = bsxfun(@plus, y, settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y, settings_gain, settings_xoffset, settings_ymin)
x = bsxfun(@minus, y, settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide, x, settings_gain);
x = bsxfun(@plus, x, settings_xoffset);
end
```

Putil (I) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
11:33:11.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.570552147239264;
x1_step1_gain = 4.03132728771641;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 0.60469036481612637;
IW1_1 = -1.2159655748257148;

% Layer 2
b2 = 0.24368919166727299;
LW2_1 = -1.2634974555799592;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.63157894736842;
y1_step1_xoffset = 0.24;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```



```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (I, Pabs) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
12:27:28.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.3;
x1_step1_gain = 1.40625;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 0.28937000103570776;
IW1_1 = 1.220019804772237;

% Layer 2
b2 = -0.059385835758400576;
LW2_1 = 1.3113755821081823;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.63157894736842;
y1_step1_xoffset = 0.24;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Putil (I, S) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
12:10:22.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.570552147239264;0.007];
x1_step1_gain = [4.03132728771641;24.0963855421687];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = -0.085111240121038254;
IW1_1 = [0.7881448508465615 0.66926634236158045];

% Layer 2
b2 = 0.062869107859694393;
LW2_1 = 1.1256505468993752;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.63157894736842;
y1_step1_xoffset = 0.24;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (Pabs)_1000rpm_Ie2_P ≤ 10 kW

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
12:29:07.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0.3;
x1_step1_gain = 1.40625;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 0.28937000103570776;
IW1_1 = 1.220019804772237;

% Layer 2
b2 = -0.059385835758400576;
LW2_1 = 1.3113755821081823;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.63157894736842;
y1_step1_xoffset = 0.24;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);  
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);  
end
```

```
% Sigmoid Symmetric Transfer Function
```

```
function a = tansig_apply(n)  
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;  
end
```

```
% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
```

```
function x =  
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)  
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);  
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);  
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);  
end
```

Putil (Pabs, S) _1000rpm_Ie2_ $P \leq 10$ kW

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
12:53:33.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 2xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = [0.3;0.007];
x1_step1_gain = [1.40625;24.0963855421687];
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = [0.14255173193460288;-0.030445051118584313];
IW1_1 = [-0.60049953751243534 0.5737779823551572;-1.2956821738755777
0.22748929461393097];

% Layer 2
b2 = 0.16517883217895993;
LW2_1 = [-0.85355554249849341 -1.3503089043070577];

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.63157894736842;
y1_step1_xoffset = 0.24;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)

```



```

y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);
y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```

Putil (S)_1000rpm_Ie3_10 kW $\leq P \leq 100$ kW

```

function [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1)
%MYNEURALNETWORKFUNCTION neural network simulation function.
%
% Generated by Neural Network Toolbox function genFunction, 17-Jun-2018
13:08:34.
%
% [y1] = myNeuralNetworkFunction(x1) takes these arguments:
%   x = 1xQ matrix, input #1
% and returns:
%   y = 1xQ matrix, output #1
% where Q is the number of samples.

%#ok<*RPMT0>

% ===== NEURAL NETWORK CONSTANTS =====

% Input 1
x1_step1_xoffset = 0;
x1_step1_gain = 80;
x1_step1_ymin = -1;

% Layer 1
b1 = 1.3976890648163962;
IW1_1 = 1.7862572594574906;

% Layer 2
b2 = -0.51746537360652145;
LW2_1 = 1.3120259217334911;

% Output 1
y1_step1_ymin = -1;
y1_step1_gain = 2.66187050359712;
y1_step1_xoffset = 0.248648648648649;

% ===== SIMULATION =====

% Dimensions
Q = size(x1,2); % samples

% Input 1
xp1 = mapminmax_apply(x1,x1_step1_gain,x1_step1_xoffset,x1_step1_ymin);

% Layer 1
a1 = tansig_apply(repmat(b1,1,Q) + IW1_1*xp1);

% Layer 2
a2 = repmat(b2,1,Q) + LW2_1*a1;

% Output 1
y1 = mapminmax_reverse(a2,y1_step1_gain,y1_step1_xoffset,y1_step1_ymin);
end

% ===== MODULE FUNCTIONS =====

% Map Minimum and Maximum Input Processing Function
function y = mapminmax_apply(x,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
y = bsxfun(@minus,x,settings_xoffset);

```

```

y = bsxfun(@times,y,settings_gain);
y = bsxfun(@plus,y,settings_ymin);
end

% Sigmoid Symmetric Transfer Function
function a = tansig_apply(n)
a = 2 ./ (1 + exp(-2*n)) - 1;
end

% Map Minimum and Maximum Output Reverse-Processing Function
function x =
mapminmax_reverse(y,settings_gain,settings_xoffset,settings_ymin)
x = bsxfun(@minus,y,settings_ymin);
x = bsxfun(@rdivide,x,settings_gain);
x = bsxfun(@plus,x,settings_xoffset);
end
```